

23. Deutscher Physikertag in Essen

Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften e. V.

Der Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften veranstaltete diesmal in Essen seine Herbsttagung in der Zeit vom 3. bis 7. 10. 1958. Die Tage waren ausgefüllt mit wissenschaftlichen Vorträgen und Diskussionen, sowie Verwaltungssitzungen, die notwendig sind, um die Arbeit des Verbandes zu ermöglichen. Die Einzelgesellschaften benutzten z. T. diese Gelegenheit, ebenfalls Verwaltungssitzungen abzuhalten. Auch der Fachausschuß Vakuum beriet über eine internationale Mitwirkung im Rahmen der vom Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften, vom VDI und der DECHEMA getragenen Arbeitsgemeinschaft „Vakuum“. In gleicher Weise hielten ähnliche Sitzungen die Diplomprüfungskommission und der Fachausschuß „Größen, Einheiten, Symbole“ ab. Wie üblich tagten auch das Deutsche Nationale Komitee für Physik in der IUPAP, der Wissenschaftliche Beirat der Physikalischen Berichte und der Vorstandsrat.

Es wurden auch Fachvorträge für Physiklehrer gehalten, eine Veranstaltung, die der Verband als seine Aufgabe betrachtet und die sehr zahlreich besucht war.

Der zeitliche Ablauf dieser Herbsttagung begann wie üblich mit einem zwanglosen Treffen am Abend des 2. Oktobers 1958.

Auf der Eröffnungssitzung gab es insofern eine Enttäuschung, als Herr *Pauli*, Zürich, zur Entgegennahme der Max-Planck-Medaille nicht zugegen sein konnte.

Wiederum war, im großen gesehen, die Stimmung der Essener Tagung getragen von dem großen Verantwortungsbewußtsein hinsichtlich der nuklearen Waffen. Auf der im Rahmen dieser Tagung veranstalteten Mitgliederversammlung sind entsprechende Entschlüsse angenommen worden. Der Vorsitzende des Verbandes hat bei seiner Eröffnungsansprache ebenfalls nachdrücklichst auf diese Sorgen der Physiker in Deutschland hingewiesen.

Am Tage der Eröffnung begrüßte die Teilnehmer der Oberbürgermeister der Stadt Essen, Herr *Nieswandt*, der auch für das Tagungsprogramm freundliche Geleitworte geschrieben hatte. Im Namen der Landesregierung Nordrhein-Westfalen sprach Herr Prof. *Brandt*.

Es wurden im Laufe der Tagung 11 zusammenfassende Vorträge, 5 Gedächtnisansprachen und etwa 150 Einzelvorträge gehalten. Die letztgenann-

ten wurden zum Teil in den Fachausschußsitzungen gebracht, z. B. der Fachausschüsse Kernphysik, Gasentladung, Halbleiter, Strahlenschutz, Akustik und Tiefe Temperaturen.

Im Haus der Technik, in dem die Nachmittagsveranstaltungen der Herbsttagung stattfanden, wurde eine Geräte- und Bücherschau dargeboten.

Auch in Essen wurde der gesellige Teil nicht vernachlässigt. Neben dem bereits erwähnten zwanglosen Zusammentreffen am Abend vor der Eröffnung wurden ein Gesellschaftsabend und ein Kammerkonzert veranstaltet, letzteres auf Einladung der Firma Friedr. Krupp in der Villa Hügel.

Ferner fand das Kom(m)ödchen, Düsseldorf, für sein frisches Spiel allgemeine Zustimmung. Die Dampferfahrt auf dem Niederrhein vereinigte die Teilnehmer zu einem ungezwungenen Meinungsaustausch.

Wenn auch die Essener Tagung nicht so stark besucht war wie die früheren — es waren etwa 1700 Teilnehmer —, so muß doch die Harmonie, die alle verband, besonders hervorgehoben werden. Die für die Allgemeinheit wichtigen Probleme — Aufklärung der Öffentlichkeit und Vertretung des Physikerstandes — bilden ein großes Bindeglied und Aufgabengebiet. So ist die Essener Tagung erfolgreich und für alle befriedigend gewesen. Der Verband ist denen, die diese Tagung vorbereiteten, vor allem den Herren *Rögner, Sauter und Spengler*, zu besonderem Dank verpflichtet.

Die Essener Tagung ist vorbei; auf Wiedersehen 1959 in Berlin!

Braunschweig, den 23. 10. 1958

H. Ebert

FREITAG, DER 3. OKTOBER 1958

Vormittag

Eröffnung des Physikertages

F. TRENDELENBURG (Erlangen): Eröffnungsansprache.

Es ist mir eine große Ehre, die Tagung des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften zu eröffnen — und Sie, meine verehrten Damen und Herren, die aus allen Teilen Deutschlands und vielen anderen Ländern zu uns gekommen sind, auf das herzlichste willkommen zu heißen. Mein ganz besonderer Gruß und Dank gilt Ihnen, Herr Oberbürgermeister *Nieswandt*, für Ihre so freundliche Einladung, die diesjährige Physiker-Tagung in Essen zu veranstalten. Eine große Freude ist es mir auch, Herrn Staatssekretär Prof. Dr. *Brandt* hier begrüßen zu können.

Es erscheint mir ein besonders günstiger Umstand, daß wir in Essen, der Stadt im Herzen des Ruhrgebietes, in der zahlreiche bedeutende Werke, Produktionsstätten höchster Qualität, liegen, in einer Stadt, in der ein reges wissenschaftlich-technisches Leben pulst, zusammenkommen dürfen.

Forschung und Technik stehen in enger, sich immer erneuernder Wechselwirkung.

Der Forscher ist ein Wegbereiter der Technik. Aus reinem Forschungsdrang und ohne irgendwelche technische Zielsetzung gewonnene Erkenntnisse haben in vielen Fällen der Technik völlig neue Betätigungsfelder erschlossen. Als *Michael Faraday* am 24. 9. 1831 seinen Induktionsversuch durchführte, bei dem er — um *Faradays* eigene Worte zu gebrauchen — „eine deutliche Verwandlung von Magnetismus in Elektrizität“ (a distinct

conversion of magnetism in electricity) beobachtete, ahnte er nicht, daß jetzt, etwa ein Jahrhundert später, die Leistung der diesen Effekt benutzenden Kraftwerke etwa 400 Millionen kW, also rund eine halbe Milliarde Kilowatt betragen würde. Beim *Faradayschen* Versuch dürften seinerzeit nur Bruchteile von einem Watt umgesetzt worden sein.

* Auch die Arbeiten von *Heinrich Hertz* entsprangen reinem Forscherdrang. Mit keinem Wort berührt der Entdecker der elektromagnetischen Wellen die Möglichkeit, mit ihrer Hilfe Nachrichten zu übertragen. Die technische Ausnutzung dieser physikalischen Entdeckung beginnt erst zehn Jahre später. 1897 gelingt es *Guilelmo Marconi*, drahtlose Signale auf eine Entfernung von 15 km über den Bristol-Kanal zu senden. Vier Jahre später, im Dezember 1901, finden wir *Marconi* in St. Johns auf Neufundland. Er ist den damaligen Anschauungen der Physik zum Trotz der festen Überzeugung, daß es unbeschadet der Krümmung der Erdoberfläche möglich sein müßte, direkte Signale von Kontinent zu Kontinent zu senden. An einem Drachen befestigt, wird eine etwa 150 m lange Antenne hochgelassen. Am 12. Dezember 1901 um 12.30 Uhr hört *Marconi* zum erten Mal deutlich die Morsezeichen S S S; . . . , die von Poldhu in Irland ausgesandt wurden. Es muß ein stolzes Gefühl des Triumphes für den Italiener *Marconi* gewesen sein, daß er als erster Signale hören konnte, die von *Hertzschen* Wellen über mehr als ein Achtel des Erdumfanges getragen von Kontinent zu Kontinent gelangten. Welche Bedeutung die auf der *Hertzschen* Entdeckung aufgebaute Entwicklung für die Technik, ja die gesamte moderne Kultur besitzt, ist überflüssig zu erwähnen.

Aus den um die Jahrhundertwende zuerst in einem von Hand angetriebenen Wasserkanal durchgeführten Strömungsuntersuchungen von *Ludwig Prandtl* entwickelte sich die moderne Strömungsforschung. Der erste, von *Prandtl* in Göttingen aufgebaute Windkanal besaß eine Antriebsleistung von etwa 30 PS; moderne Kanäle werden mit Leistungen von mehreren Hunderttausend PS betrieben. Die aus reinem Forschungsdrang gewonnenen Erkenntnisse von *Prandtl*, die auf Grund seiner Versuchsergebnisse entwickelte Grenzschichttheorie der Strömung an Profilen sind Grunderkenntnisse, ohne die das moderne Flugwesen undenkbar wäre.

Auf der diesjährigen Weltausstellung in Brüssel befindet sich im Haus der Wissenschaft ein sehr interessanter Aufbau, nämlich die historisch genaue Nachbildung der Anordnung, mit der *Otto Hahn*, *Lise Meitner* und *Fritz Strassmann* 1938 Versuche über die Einwirkung von Neutronen auf Thorium und dann anschließend auch auf Uran durchführten, die Versuche also, die zur Entdeckung der Kernspaltung führten. Der gesamte Versuchsaufbau hat auf einem Tisch von etwa Schreibtischgröße Platz. Er besteht im wesentlichen aus einem die RaBe-Quelle enthaltenden Paraffinblock, etwa von der Größe eines Eimers, einem *Geiger-Zählrohr*, einigen Trockenbatterien und einem elektromechanischen Zählrelais, wie es damals in der Fernsprechtechnik gebraucht wurde. 19 Jahre später, auf der Atomausstellung in Genf bedeckt allein die Industrieausstellung eine Fläche von rund 15 000 m². In der wissenschaftlichen Ausstellung in Genf wurde ein Forschungsreaktor gezeigt, der in etwa acht Tagen vor den Augen der Ausstellungsbesucher aus Einzelteilen aufgebaut und dann in Funktion gesetzt wurde. Modelle und Pläne von in Betrieb befindlichen, durch Kernspaltung betriebenen Großkraftwerken waren in den Ständen zahlreicher Nationen ausgestellt. Wahrlich ein überwältigendes Beispiel, wie die Forschung der Technik neue Betätigungsfelder erschließt!

Der Stolz, den der Physiker über diese Entwicklung, an der gerade seine Wissenschaft maßgeblich beteiligt war, empfinden kann, wird aber überschattet von der ernsten Sorge um die großen Gefahren, die der gesamten

Menschheit hierdurch erwachsen sind. Über diese Gefahren aufzuklären, ist unsere spezielle Pflicht. An den Fragen der Strahlenwirkung und des Strahlenschutzes mitzuarbeiten, erscheint uns als eine vordringlich wichtige Aufgabe. Ich bin froh, mitteilen zu können, daß im vergangenen Jahr ein besonderer Ausschuß unseres Verbandes seine Arbeit auf diesem Gebiet aufnehmen konnte und nun erstmalig bei unserer diesjährigen Tagung zu Sitzungen zusammentreten wird. In einem der Hauptreferate wird durch Herrn *Rajewsky* das in diesem Zusammenhang sehr wichtige Thema „Strahlenwirkungen bei biologischen Geweben“ behandelt werden.

Von ganz besonderer Bedeutung für die friedliche Anwendung der Kernenergie scheint die Energieerzeugung durch kontrollierte Kernfusion. Hier ist allerdings die Möglichkeit der technischen Ausnutzung zur Zeit noch nicht gegeben. Der Physiker muß erst den Weg in völliges Neuland finden. Auf dem Gebiet der Kernfusion zu arbeiten, ist insofern besonders reizvoll, als die Hoffnung besteht, eines Tages so Reaktoren bauen zu können, die frei von Atomstaub arbeiten. Es scheint möglich, auf dem Weg über die Fusion Energie zu erzeugen, ohne daß hierbei — wie bei den Reaktoren auf Uran Basis — Plutonium abfällt.

Wenn es gelingt, das Problem der kontrollierten Kernfusion zu lösen, so kann man sich — ich zitiere, meine Damen und Herren, nun wörtlich die beiden Sätze, die *Otto Hahn* bei der diesjährigen Tagung der Max-Planck-Gesellschaft in Hannover aussprach — „eine Welt vorstellen, in der das in unerschöpflicher Menge vorhandene Wasser der Weltmeere uns allen die Segnungen der modernen Atomtechnik bringen würde, die zur Zeit noch an das Uran mit seinen gefährlichen Umwandlungen geknüpft sind. Das Uran, wenn nicht mehr für den Krieg und nicht mehr für die zunächst noch bestehenden, mit Uran betriebenen Kraftwerke gebraucht, wäre überflüssig; man könnte es im Meer versenken.“ Dies waren die Worte *Otto Hahns*.

Die vor uns liegenden Aufgaben der Kernforschung sind so umfangreich und vielgestaltig, daß sie nur in Zusammenarbeit von Forschern verschiedener Richtungen gelöst werden können. Im Ausland sind in den letzten Jahren große Forschungsstätten geschaffen worden, deren Erfolge den Nutzen der Gemeinschaftsarbeit, des team-works, zeigen. Gerade die eben abgeschlossene Atomkonferenz in Genf ließ aber erkennen, daß nicht nur die großen Nationen, sondern auch kleinere Nationen, mit Einwohnerzahlen und Volkseinkommen, die weit unter den diesbezüglichen deutschen Zahlen liegen, energisch am Ausbau von Kernforschungszentren tätig sind. Wir hatten lange Jahre keine Möglichkeit, auf dem Gebiet der angewandten Kernforschung zu arbeiten, und müssen nun unsererseits große Anstrengungen machen, um in allem den Stand zu erreichen, der in vielen Ländern der übrigen Welt bereits besteht.

Die moderne Forschung erfordert neben höchstqualifizierten wissenschaftlichen Kräften erhebliche sachliche Mittel. Auch in Deutschland alle notwendigen Voraussetzungen zu schaffen, ist eine vordringlich wichtige Aufgabe. Ich freue mich, daß unsere diesjährige Tagung in einem Land stattfindet — Nordrhein-Westfalen —, in dem gerade auf diesem Gebiet aussichtsreiche Vorhaben in die Tat umgesetzt werden. Welches Interesse hier der Forschung entgegengebracht wird, zeigt ja der Umstand, daß wir Herrn Staatssekretär Prof. Dr. *Brandt* persönlich unter unseren Gästen begrüßen durften.

Ich konnte nur einige wenige Beispiele herausgreifen, die zeigen, wie der Forscher der Technik neue Betätigungsfelder eröffnete. Aber auch in der zweckgebundenen Forschung, selbst in der fertigungsnahen technischen Entwicklung und in der Überprüfung der Fertigung liegen für den Physiker wichtige Aufgaben vor. Wenn wir auch nicht von einer eigentlichen physi-

Hauptreferate

1. W. HEISENBERG (München): *Fortschritte in der Theorie der Elementarteilchen.*

2. R. HOFSTADTER (Genf und Stanford): *Zur Struktur der Nukleonen.*

[Die Hauptreferate sind hier wie im folgenden durch fortlaufende Nummerierung gekennzeichnet. Die Hauptvorträge sollen wie in den Vorjahren als Sammelwerk (Tagungsbuch VI Essen) erscheinen.]

Nachmittag

H. K. PAETZOLD und H. ZSCHÖRNER (MPI f. Aeronomie, Inst. f. Stratosphärenphysik, Weissenau): *Beobachtungen von künstlichen Erdsatelliten.* (Vorgetr. von H. K. Paetzold)

Die Beobachtung von künstlichen Erdsatelliten gibt u. a. Aufschlüsse über die Dichte der Luft in den äußersten Bereichen der Erdatmosphäre, sowie über den Zustand der Ionosphäre. Aus der Abbremsung des dritten russischen Satelliten (Sputnik III) sowie der amerikanischen Satelliten Explorer I und Vanguard konnte die gegenüber früheren Annahmen höhere Luftdichte bestätigt werden, wie sie schon aus dem Lauf von Sputnik I und II erschlossen wurde. In 1000 km Höhe sind demnach Temperaturen um 2000 °K anzunehmen. Radiobeobachtungen auf 20 MHz ergaben bei Sputnik III eine wesentlich geringere Hörbarkeit über den optischen Horizont hinaus als bei Sputnik I. Dies wird vermutlich durch eine stärkere horizontale Inhomogenität der Ionosphäre im Sommer als im Herbst verursacht. Doch wurden bei Radiopeilungen auch wieder Fälle beobachtet, bei denen in einer Entfernung des Satelliten von über 6000 km jenseits des optischen Horizontes die Richtung zum Satelliten nur wenig von der geometrischen Sollrichtung abwich, woraus auf eine Ausbreitung der elektrischen Wellen ohne Reflexionen längs des Großkreises zu schließen ist. Aus diesen Radiopeilungen ergab sich ferner, daß die Abnahme der Umlaufzeit von Sputnik III, d. h. seine Abbremsung markante Unregelmäßigkeiten aufwies.

Fachausschuß Kernphysik

F. BOPP (Inst. f. theor. Phys. d. Univ. München): *Zum relativistischen Mehrkörperproblem der Quantenmechanik im Lichte der Heisenberg'schen Theorie der Elementarteilchen.*

Formal lorentzinvariante Wellengleichungen des Mehrkörperproblems vom Typ der entsprechenden Schrödingergleichungen wurden angegeben. Erzeugungs- und Vernichtungsprozesse sind eingeschlossen. In Anlehnung an die Voraussetzungen der Heisenbergschen Operator-Wellengleichung wurde aus der allgemeinen Theorie ein spezielles Modell ausgesondert. Mindestens dafür kann man die Wellenfunktion ähnlich wie in der nichtrelativistischen Quantenmechanik deuten. Die Ergebnisse, die man bei Anwendung der neuen Wellengleichung auf einfache Probleme erhält, wurden mitgeteilt.

vergift. Die für die Planck-Medaille aufgestellten Satzungen bestimmen, daß diese alljährlich — in der Regel am 23. April — an einen Gelehrten verliehen wird für Leistungen der theoretischen Physik, namentlich für solche, die sich an *Plancks* Werk anschließen. Die Medaille wurde — dies ist vielleicht für Sie von Interesse — bisher an folgende Gelehrte verliehen:

1929	<i>Max Planck</i>	1949	<i>Otto Hahn</i>
1929	<i>Albert Einstein</i>	1949	<i>Lise Meitner</i>
1930	<i>Niels Bohr</i>	1950	<i>Peter Debye</i>
1931	<i>Arnold Sommerfeld</i>	1951	<i>James Franck</i>
1932	<i>Max v. Laue</i>	1951	<i>Gustav Hertz</i>
1933	<i>Werner Heisenberg</i>	1952	<i>Paul Adrien Maurice Dirac</i>
1937	<i>Erwin Schrödinger</i>	1953	<i>Walter Bothe</i>
1938	<i>Louis de Broglie</i>	1954	<i>Enrico Fermi</i>
1942	<i>Pascual Jordan</i>	1955	<i>Hans Bethe</i>
1943	<i>Friedrich Hund</i>	1956	<i>Viktor F. Weisskopf</i>
1944	<i>Walter Kossel</i>	1957	<i>Carl Friedrich von Weizsäcker</i>
1948	<i>Max Born</i>		

Wenn die Satzungen der Medaille vorschreiben, daß sie möglichst für Leistungen, die sich an *Max Planck* anschließen, verliehen werden soll, so liegt die Lebensarbeit von Professor *Pauli* durchaus in diesem Sinn.

Die frühen Arbeiten *Paulis* zur *Bohrschen* Quantentheorie, die in der Aufstellung des nach ihm benannten Ausschließungsprinzips ihre Krönung fanden, sind allgemein bekannt. Für diese Arbeiten erhielt *Pauli* im Jahre 1945 den Nobel-Preis.

Auch an der Entwicklung der Quantenmechanik hatte *Pauli* von Anfang an entscheidenden Anteil. Sogleich nach Erscheinen der ersten *Heisenbergschen* Arbeiten konnte er die Leistungsfähigkeit der neuen Matrizenmechanik durch die Berechnung der stationären Zustände des Wasserstoffatoms nachweisen. Die von *Goudsmit* und *Uhlenbeck* aufgestellte Hypothese des Elektronenspins wurde von ihm in die Quantenmechanik eingebaut. Die hierzu aufgestellte „*Pauli-Gleichung*“ war als Vorläuferin der *Dirac-Gleichung*, wie *Sommerfeld* einmal schrieb, „ein wichtiger Schritt zur Erkenntnis der wahren Natur des Elektrons“. Ein weites Anwendungsgebiet der neuen Quantenmechanik eröffnete *Pauli* durch die Aufklärung des temperaturunabhängigen Paramagnetismus der Alkalimetalle. Hier wand er die auf seinem Ausschließungsprinzip fußende *Fermi-Statistik* zum ersten Male auf die Metallelektronen an und gab dadurch den Anstoß zur Entwicklung der wellenmechanischen Elektronentheorie der Metalle. Weitere Arbeiten zur statistischen Deutung der Quantenmechanik und zur Entwicklung der Quantenelektrodynamik seien hier nur erwähnt.

Die schöpferische Arbeit hat *Pauli* nie viel Zeit gelassen, zusammenfassende Darstellungen zu schreiben. Wenn er es jedoch tat, so entstand ein Werk von bleibendem Wert. Ich möchte hier nur an die im Alter von 20 Jahren geschriebene „*Relativitätstheorie*“ für die Encyclopädie der mathematischen Wissenschaften und an die „*Grundlagen der Quantenmechanik*“ im Handbuch der Physik von *Geiger* und *Scheel* erinnern. Dieser, 1933 erschienene Beitrag über die Grundlagen der Quantenmechanik ist so grundlegend, daß er — nachdem nur einige kleinere Änderungen vorgenommen wurden — wieder in die jetzt erschienene Neuauflage des Handbuchs übernommen werden konnte.

Wenn Herrn *Pauli* in diesem Jahr die Planck-Medaille zuerkannt wurde, so ehrt der Verband der Deutschen Physikalischen Gesellschaften dadurch einen Forscher, der entscheidend zur Gestaltung des Weltbilds der modernen Physik beigetragen hat.

Hauptreferate

1. W. HEISENBERG (München): *Fortschritte in der Theorie der Elementarteilchen.*

2. R. HOFSTADTER (Genf und Stanford): *Zur Struktur der Nukleonen.*

[Die Hauptreferate sind hier wie im folgenden durch fortlaufende Nummerierung gekennzeichnet. Die Hauptvorträge sollen wie in den Vorjahren als Sammelwerk (Tagungsbuch VI Essen) erscheinen.]

Nachmittag

H. K. PAETZOLD und H. ZSCHÖRNER (MPI f. Aeronomie, Inst. f. Stratosphärenphysik, Weissenau): *Beobachtungen von künstlichen Erdsatelliten.* (Vorgetr. von H. K. Paetzold)

Die Beobachtung von künstlichen Erdsatelliten gibt u. a. Aufschlüsse über die Dichte der Luft in den äußersten Bereichen der Erdatmosphäre, sowie über den Zustand der Ionosphäre. Aus der Abbremsung des dritten russischen Satelliten (Sputnik III) sowie der amerikanischen Satelliten Explorer I und Vanguard konnte die gegenüber früheren Annahmen höhere Luftdichte bestätigt werden, wie sie schon aus dem Lauf von Sputnik I und II erschlossen wurde. In 1000 km Höhe sind demnach Temperaturen um 2000 °K anzunehmen. Radiobeobachtungen auf 20 MHz ergaben bei Sputnik III eine wesentlich geringere Hörbarkeit über den optischen Horizont hinaus als bei Sputnik I. Dies wird vermutlich durch eine stärkere horizontale Inhomogenität der Ionosphäre im Sommer als im Herbst verursacht. Doch wurden bei Radiopeilungen auch wieder Fälle beobachtet, bei denen in einer Entfernung des Satelliten von über 6000 km jenseits des optischen Horizontes die Richtung zum Satelliten nur wenig von der geometrischen Sollrichtung abwich, woraus auf eine Ausbreitung der elektrischen Wellen ohne Reflexionen längs des Großkreises zu schließen ist. Aus diesen Radiopeilungen ergab sich ferner, daß die Abnahme der Umlaufzeit von Sputnik III, d. h. seine Abbremsung markante Unregelmäßigkeiten aufwies.

Fachausschuß Kernphysik

F. BOPP (Inst. f. theor. Phys. d. Univ. München): *Zum relativistischen Mehrkörperproblem der Quantenmechanik im Lichte der Heisenberg'schen Theorie der Elementarteilchen.*

Formal lorentzinvariante Wellengleichungen des Mehrkörperproblems vom Typ der entsprechenden Schrödingergleichungen wurden angegeben. Erzeugungs- und Vernichtungsprozesse sind eingeschlossen. In Anlehnung an die Voraussetzungen der Heisenbergschen Operator-Wellengleichung wurde aus der allgemeinen Theorie ein spezielles Modell ausgesondert. Mindestens dafür kann man die Wellenfunktion ähnlich wie in der nichtrelativistischen Quantenmechanik deuten. Die Ergebnisse, die man bei Anwendung der neuen Wellengleichung auf einfache Probleme erhält, wurden mitgeteilt.

H. SALECKER (Inst. f. theor. Phys. d. Univ. Freiburg i.Br.): *Compton-Streuung und Struktur der Nukleonen.*

Die Compton-Streuung an Protonen und Deuteronen liefert neben der Elektronenstreuung ein gutes Mittel zur Untersuchung der Struktur der Nukleonen, wie bereits in einer früheren Arbeit gezeigt wurde. Die jetzt vorliegenden Experimente gestatten nunmehr eine genauere Auswertung. Dabei sind die gemessenen Streuquerschnitte überall kleiner als die Streuformel von Powell (Streuung am punktförmigen Nukleon mit punktförmigem anomalem magnetischem Moment) angibt. Diese Tatsache läßt auf eine ausgedehnte Struktur der Nukleonen schließen. Der Vergleich mit der hier berechneten Compton-Streuung an ausgedehnten Nukleonen ergibt einen RMS-Radius, der etwas größer ausfällt als bei den Streuversuchen mit Elektronen von Hofstadter und der mit den Ergebnissen aus der elastischen π -p und p-p-Streuung übereinstimmt. Die experimentellen Fehler der Compton-Streuexperimente sind jedoch noch so groß, daß beide Werte innerhalb der Fehlergrenzen liegen.

G. HARTWIG (Inst. f. Kernphysik, Mainz): *Messung der zirkularen Polarisation der inneren Bremsstrahlung beim Elektroneneinfang von A^{37} .*

Bei A^{37} wurde mit Hilfe von Vorwärtsstreuung an magnetisiertem Eisen die zirkulare Polarisation der inneren Bremsstrahlung beim Elektroneneinfang in verschiedenen Bereichen des Bremspektrums nachgewiesen. In Übereinstimmung mit der Theorie ergab sich vollständige Polarisation der Bremsstrahlung beim Einfang von S-Elektronen, während beim P-Elektroneneinfang keine Polarisation auftritt. Damit wurde gezeigt, daß die Parität auch beim Elektroneneinfang maximal verletzt ist. Ob es sich um eine A,V- oder S,T-Wechselwirkung handelt, kann nur unter Hinzunahme von Rückstoßexperimenten bestimmt werden.

S. GALSTER (Inst. f. Kernphysik, Universität Mainz): *Die zirkulare Polarisation der äußeren Bremsstrahlung in Abhängigkeit der Ordnungszahl des Absorbers.*

Die zirkulare Polarisation der äußeren Bremsstrahlung, hervorgerufen durch longitudinal polarisierte Elektronen, wurde durch Vorwärtsstreuung an magnetisiertem Eisen gemessen. Als Quelle diente $Sr^{90} + Y^{90}$. Die Erzeugung der Bremsstrahlung erfolgte in Absorbern mit Ordnungszahlen zwischen 29 und 82. Der Polarisationsgrad ändert sich mit steigendem Z innerhalb der Meßgenauigkeit nicht. Dieses Ergebnis läßt sich verstehen, steht aber in Widerspruch zu Messungen von Cohen u. M., die für Silber einen um die Hälfte kleineren Polarisationsgrad finden als für Bleiabsorber. Weiterhin konnte gezeigt werden, daß der berechnete Polarisationsgrad mit dem experimentell gefundenen gut übereinstimmt.

W. JÜNGST (Inst. f. Kernphysik, Mainz): *Messung der $(\beta\gamma)$ -zirkularen Polarisationskorrelation an Sc^{46} .*

Für v/c der Elektronen im Bereich von 0,5 bis 0,7 wurde die zirkulare Polarisation der in Koinzidenz mit den Elektronen emittierten γ -Quanten durch Vorwärtsstreuung an magnetisiertem Eisen bestimmt. Die Ergebnisse sind mit der theoretisch zu erwartenden linearen v/c -Abhängigkeit verträglich. Der Asymmetriekoeffizient ergibt sich zu $0,24 \pm 0,04$ und ist etwas kleiner als derjenige anderer Veröffentlichungen. Dadurch werden früher gezogene Schlüsse über die Gültigkeit der Invarianz gegenüber Zeitumkehr abgeschwächt. Setzt man die Gültigkeit dieser Invarianz voraus, dann erhält man für das Verhältnis von GT- zu F-Übergangswahrscheinlichkeit $0,94 \pm 0,03$.

W. D. SCHMIDT-OTT (II. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Das Elektronen-, Positronen- und Gammaspektrum des ^{64}Cu .*

Mit einem Szintillationsspektrometer werden das β^- - und β^+ -Spektrum des ^{64}Cu untersucht. Das Präparat befindet sich in einem Anthracen-Spaltkristall, der in einen NaJ-Lochkristall eintaucht. In Koinzidenz mit der Vernichtungsstrahlung, die im NaJ-Kristall nachgewiesen wird, werden die Positronen, in Antikoinzidenz die Elektronen gemessen. Man erhält erlaubte Spektren mit den Grenzenenergien $E(\beta^-) = (580 \pm 17)$ keV und $E(\beta^+) = (665 \pm 20)$ keV. Für die Positronen von 150 bis 665 keV besteht ein linearer Zusammenhang zwischen der Lichtausbeute in Anthracen und der Teilchenenergie. Die Lichtausbeute für Elektronen und Positronen der Energie 665 keV ist die gleiche.

Der Lochkristall, dessen Ansprechwahrscheinlichkeit nach einer neuen Methode bestimmt wird, dient außerdem zur Untersuchung der wenig genau bekannten ^{64}Cu - γ -Strahlung, deren Energie zu $E = (1,317 \pm 0,008)$ MeV und Intensität zu $N(\gamma)/N(\beta^+) = 0,0280 \pm 0,0024$ ermittelt wird.

F. BONHOEFFER (II. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Das erste Partialspektrum des ^{60}Co - β -Zerfalles.*

Das erste Partialspektrum des ^{60}Co - β -Zerfalles wurde mit einem Szintillationsspektrometer gemessen. Es ergab sich die Maximalenergie zu 318 ± 7 keV. Der Verlauf des Spektrums stimmt von 10 keV bis E_{max} gut mit der Theorie überein. Das Co-Präparat wurde in einem Anthracen-Spaltkristall I angebracht, der von einem großen NaJ-Kristall II umgeben ist. Impulse aus I wurden nur dann registriert, wenn gleichzeitig die in Kaskade auf das Elektron folgenden beiden Gammaquanten mit voller Energie in II nachgewiesen wurden, also bei Koinzidenz mit Impulsen der Summenlinie des Gammaspektrums. Die Methode ist geeignet, auch bei schwachen Aktivitäten die ersten Partialspektren komplexer β -Zerfälle störungsfrei zu messen, wenn dies bei der üblichen Spektroskopie wegen der Elektronen anderer Partialspektren und der Gammaquanten schwierig ist.

W. ULLRICH und U. CAPELLER (Phys. Inst. d. Univ. Marburg): *Über einen cross-over-Übergang im Termschema des ^{110}Cd . (Vorgetr. von W. Ullrich)*

Zur Messung von cross-over-Übergängen mit Quantenenergie $> 1,02$ MeV benutzt man vorteilhaft Paarspektrometer, da der Paarbildungsprozeß mit zunehmender Energie in steigendem Maße wirksam wird und in eindeutiger Weise jeder Quantenenergie eine bestimmte Impulsgröße zuordnet. Durch Ausnutzung der verschiedenen Äußerungen des Paareffektes (gleichzeitiges Auftreten eines Elektrons und zweier Vernichtungsquanten, diametrales Auseinanderfliegen und 500 keV Energieinhalt der Vernichtungsquanten) läßt sich mit Paarspektrometern eine hohe Aussagenschärfe erreichen.

Die Messungen am ^{110}Cd ergaben einen cross-over-Übergang zur 945/885 keV-Kaskade. Das Intensitätsverhältnis des 1,8 MeV cross-over-Überganges zum 945 keV-Übergang ergibt sich zu 3×10^{-3} . Dies führt im Zusammenhang mit Winkelkorrelationsmessungen am ^{110}Cd zur Spinzuordnung 4 für das 2 485 keV-Niveau.

G. GOETZE und E. HUSTER (Phys. Inst. d. Univ. Marburg): *Zerfallschema und β -Spektrum des MoTh 1 (Ra^{228}). (Vorgetr. von G. Goetze)*

Lecoin, Perey, Riou und Teillac [JOURN. PHYS. RAD. 10, 33, 390 (1949)] schlossen aus Messungen der Elektronenstrahlung in der Nebelkammer und aus Absorptionsmessungen einer von MsTh 1-Präparaten emittierten Wellenstrahlung auf ein komplexes Zerfallschema des MsTh 1. 15 % der

Zerfälle soll auf ein angeregtes Niveau des $\text{MsTh } 2$ bei etwa 30 keV, 85 % auf den Grundzustand führen. β -Teilchen wurden für beide Übergänge nicht gefunden.

Eine Nachprüfung mit dem Proportionalzähler ergab, daß das $\text{MsTh } 1$ (innerhalb der Meßgenauigkeit) weder γ - noch Röntgenstrahlung emittiert. Der Zerfall führt zum Grundzustand. Das β -Spektrum hat erlaubte Gestalt. Mit der Grenzenergie $E_0 = 55$ keV ergibt sich $\lg f \cdot t = 5,6$.

W. RIEZLER und G. KAUW (Inst. f. Strahlen- und Kernphysik d. Univ. Bonn): α -Zerfall beim Pb^{204} . (Vorgetr. von G. Kauw)

Pb^{204} wurde mit Hilfe von Kernplatten auf α -Aktivität untersucht. Dabei wurden Spuren mit einer mittleren Länge von 8,4 μ , entsprechend einer Energie von 2,6 MeV, gefunden. Die zugehörige Zerfallskonstante beträgt $\lambda \sim 5 \times 10^{-18} \text{ a}^{-1}$, die Halbwertszeit also $\sim 1,4 \times 10^{17}$ Jahre.

E. BODENSTEDT, E. MATTHIAS und H. J. KÖRNER (Physik. Staatsinst. Hamburg 36, Jungiusstr. 9): Das magnetische Moment des 181 keV-Niveaus von Technetium 99. (Vorgetr. von H. J. Körner)

Der g -Faktor des 181-Niveaus von Tc^{99} wurde aus der Störung der Winkelkorrelation der 741 keV/181 keV Gamma-Gamma-Kaskade durch ein äußeres Magnetfeld bestimmt zu: $g = +1,44 \pm 0,13$. Dieser Wert ergibt bei einem Spin von 5/2 ein magnetisches Moment von $3,6 \pm 0,3$ Kernmagnetonen. Die Untersuchung des Zerfallsschemas bestätigte das bisher bekannte Schema. Zusätzlich wurde eine neue Gamma-Linie bei 950 keV gefunden. Koinzidenzmessungen ergaben, daß es sich um einen Gamma-Übergang auf das 181 keV-Niveau handelt. Eine neue Messung der Halbwertszeit des 181 keV-Niveaus bestätigte den bisher bekannten Wert. Es gelang, die Fehlergrenzen auf $T_{1/2} = 3,57 \pm 0,05 \cdot 10^{-9} \text{ s}$ herabzusetzen. Die Bestimmung der absoluten Koeffizienten der Winkelkorrelation der 741 keV/181 keV-Kaskade führte auf:

$$W(\Theta) = 1 + (0,118 \pm 0,011) \cdot P_2(\cos \Theta) - (0,003 \pm 0,008) \cdot P_4(\cos \Theta).$$

Ferner wurde die Winkelkorrelation der 741 keV/140 keV-Dreifachkaskade gemessen mit dem Resultat:

$$W(\Theta) = (0,16 \pm 0,013) \cdot P_2(\cos \Theta) + (0,003 \pm 0,007) \cdot P_4(\cos \Theta).$$

Das Präparat wurde in Form von Ammoniummolybdat in wässriger Lösung verwandt. Verzögerungsmessungen ergaben, daß eine schwache Störung durch innere Felder vorliegt.

Fachausschuß Gasentladungen

L. WALDMANN (Max-Planck-Inst. f. Chemie, Mainz): Die Boltzmann-Gleichung für Gase aus Spinteilchen.

Der Zustand eines Gases aus Teilchen vom Spin J wird durch eine Verteilungsmatrix mit $2J + 1$ Zeilen und Spalten beschrieben. Die für diese Matrix gültige Boltzmann-Gleichung wird angegeben. Das Stoßintegral besteht aus zwei Gliedern. Das eine Glied ist bilinear in den Streumatrizen a , a^+ und man hat über alle Stoßrichtungen zu integrieren; es gibt an, wieviel Teilchen einer bestimmten Geschwindigkeit und Spinorientierung entstehen. Das andere Glied ist linear in a und a^+ , und man hat diese in der Vorwärtsrichtung des Stoßes zu nehmen; es gibt an, wieviel Teilchen der betrachteten Art verschwinden. In der Näherung isotroper Spinverteilung gelangt man zurück zur gewöhnlichen Boltzmann-Gleichung für spinlose Teilchen.

G. ECKER und K. G. MÜLLER (Inst. f. theor. Physik d. Univ. Bonn): *Der Einfluß des Gibbs'schen Faktors auf die Mikrofeldverteilung am geladenen und ungeladenen Aufpunkt.*

In einem Plasma hoher Temperatur und geringer Dichte läßt sich das Mikrofeld am Ort eines neutralen Atomes, wie auch am Ort eines Ions, in gleicher Weise mit der *Holtmarkschen* Theorie beschreiben. Mit zunehmender Dichte gewinnt jedoch die innere Wechselwirkung des Plasmas an Bedeutung. Die *Holtmarksche* Voraussetzung gleicher a-priori-Wahrscheinlichkeit aller geometrischer Mikrozustände entfällt infolge des Einflusses des *Gibbs'schen* Faktors. Die Rechnungen werden hierdurch erheblich erschwert, erlauben jedoch die Begründung eines Näherungsverfahrens aufgrund der Plasmapolarisierung. Die Auswertung liefert wesentliche Abweichungen von der *Holtmarkschen* Theorie und läßt darüber hinaus die Bedeutung des Ladungszustandes des Aufpunkts erkennen.

G. ECKER und K. G. MÜLLER (Inst. f. theor. Physik d. Univ. Bonn): *Der kathodische Bogenansatz im transversalen Magnetfeld.*

Eine sorgfältige Diskussion der möglichen Bogenansätze läßt auf ein unterschiedliches Verhalten der verschiedenen Typen im transversalen Magnetfeld schließen. Nach den theoretischen Vorstellungen muß sich der thermische wie auch der kontraktionsbestimmte Ansatz mit der Säule in ponderomotorischer Richtung bewegen. Beim feldbestimmten Ansatz dagegen sind Besonderheiten infolge der Raumladungskopplung der Ionen- und Elektronenbewegung zu erwarten. Als wichtigstes Ergebnis liefert die Theorie eine „rückläufige Bewegung“ des Ansatzes. Die maschinell berechneten Gesetzmäßigkeiten dieser Bewegung beschreiben befriedigend die zahlreichen Messungen der „Retrograde Motion“.

H. WEYMANN (Inst. for Fluid Dynamics, Univ. of Maryland, USA): *Zum Mechanismus der thermischen Ionisation.*

Es wurde theoretisch untersucht, wie der thermische Ionisationsprozeß in einem einatomigen Gas verläuft, wenn die translatorische Temperatur diskontinuierlich erhöht wird. Ein Vergleich der Ausbeuten verschiedener Ionisationsprozesse ergab, daß Ionisation in zwei Schritten der vorherrschende Mechanismus sein muß. Durch einen thermischen Atom-Atom-Zusammenstoß erfolgt zunächst Anregung auf das Resonanzniveau, ein weiterer Stoß ionisiert vollständig. Obwohl die Lebensdauer eines angeregten Zustandes kleiner ist als die Zeit zwischen Stößen mit zur Ionisation ausreichender Energie, ist dieser Prozeß möglich, weil der Absorptionskoeffizient für Resonanzstrahlung so groß ist, daß die entstehenden Photonen während der Versuchsdauer nicht aus dem Gas entweichen können und daher die Anregungszustände auf benachbarte Atome übergehen.

Die theoretischen Untersuchungen wurden durch verschiedenartige Experimente mit Stoßwellenrohren nachgeprüft und bestätigt. Dabei konnte der Wirkungsquerschnitt für thermische Anregung durch Atom-Atom-Zusammenstöße bestimmt werden.

M. PAHL (Forschungsst. f. Spektroskopie i. d. Max-Planck-Ges., Hechingen): *Zur Bildung von Moleküllionen in stationären Edelgasentladungen.*

Im Anschluß an kürzlich beschriebene massenspektrometrische Messungen von Ionen-Effusionsströmen aus der stationären positiven Niederdruck-Säule in He und Ne werden nach gleicher Methode gewonnene neue Resultate in Argon mitgeteilt. Während in He und Ne die gemessenen Effusionsströme der Atomionen X^+ im wesentlichen den Erwartungen der *Schottky-*

schen Theorie der ambipolaren Diffusion entsprechen, werden in A kleinere Werte gefunden. Die Bildungsrate X_2^+/X^+ verläuft mit dem Druck in He und Ne annähernd gleich, in A ist sie erheblich größer. Aus den Meßergebnissen geht hervor, daß in der stationären positiven Säule die Bildung der Molekülonen X_2^+ vorwiegend nach dem von Hornbeck und Molnar bei niedrigeren Drucken gefundenen Prozeß $X' + X \rightarrow X_2^+ + e^-$ stattfindet.

H. FETZ und W. BEMERL (Phys. Inst. d. Univ. Würzburg): *Über die verzögerte UV-Emission einer Edelgas-Korona und ihren Zusammenhang mit metastabilen Zuständen.*

Mit Hilfe einer Impulssteuerung konnte gezeigt werden, daß das gesamte in einer Edelgas-Korona erzeugte extrem kurzwellige UV-Licht mit beträchtlicher Verzögerung emittiert wird. Die Untersuchung der Druckabhängigkeit dieser Verzögerung führte zu der Auffassung, daß als Energiespeicher metastabile Zustände in Frage kommen. Die Lebensdauer der metastabilen Zustände wird nach unseren Messungen bei genügend hohem Gasdruck durch Stöße mit neutralen Atomen beendet, wobei es dann sowohl zur Emission von extremem UV-Licht als auch von Molekülbanden im sichtbaren Spektralgebiet kommt.

H. MIELKE (Inst. f. Angew. Physik, Hamburg): *Über die Messung des zeitlichen Stromanstieges beim statischen Durchschlag in Luft, Wasserstoff und Sauerstoff.*

Es wird über Untersuchungen berichtet, die zum Ziel hatten, den zeitlichen Stromanstieg beim statischen Durchschlag mit einem schnellen Oszillographen (Tektronix 535) zu messen, wenn die Entladung durch ein Elektron gestartet wird. Es ergab sich, daß in Zeiten bis 10 — 200 μs (je nach Entladungsbedingung) der Strom zeitlinear ansteigt. Nach 10 — 200 μs sind die positiven Ionen in der Entladungsstrecke so sehr akkumuliert worden, daß sie durch Feldüberhöhung einen rascheren Stromanstieg bewirken. Es wurde die Abhängigkeit des linearen Stromverlaufs von der Gasverstärkung $\exp(ad)$ und dem Plattenabstand d ($0,5 \leq d \leq 1,5$ cm) in Luft ($100 \leq pd \leq 270$ Torr · cm), Wasserstoff ($300 \leq pd \leq 500$ Torr · cm) und Sauerstoff ($40 \leq pd \leq 160$ Torr · cm) gemessen und die Ergebnisse mit den von Kluckow [Z. PHYS., 148, 564—581 (1957)] angegebenen Berechnungen verglichen. Innerhalb der Meßgenauigkeit stimmten Theorie und Experiment überein, wenn man für die Nachlieferung der Sekundärelektronen Photoeffekt (γ) annimmt.

R. GEBAUER und K. A. WEHLMANN (Phys. Inst. d. TH Graz): *Erzeugung von Kanalstrahlen hoher Leuchtdichte.* (Vorgetr. von R. Gebauer)

Mit einfachen Mitteln gelang es, die Intensität der üblichen Kanalstrahlentladung wesentlich zu steigern.

Das entwickelte Rohr ist nicht nur für den Betrieb mit leichten, sondern auch mit schweren Gasen geeignet. Die Intensität des Ionenstrahls ist ausreichend, um dicke Metallplatten zu durchbohren. Durch die Konzentration der Kanalstrahlentladung konnte der Forschung ein wichtiges Hilfsmittel zur Verfügung gestellt werden. Durch die Verwendung von intensiven Quecksilberkanalstrahlen wurde das bisher unzulängliche Gebiet der Metall-Stark-Effekte der Forschung erschlossen. Es gelang z.B. Eisen mit ausreichender Intensität anzuregen, wobei an zahlreichen Linien Verschiebungen und Aufspaltungen zu beobachten sind.

H. GRABNER (Fa. Osram Studienges., Berlin): *Experimentelle Untersuchungen an wandstabilisierten Xenon-Langbogenentladungen niedrigen Druckes und niederer Belastung.*

Es wird über Untersuchungen an langen wandstabilisierten Xenonbögen in Rohren aus Quarzglas ohne künstliche Kühlung in dem noch nicht erfaßten Gebiet kleiner Leistungskonzentration, d. h. niedriger Betriebsdrucke (200 bis 2000 Torr) und großer Rohrdurchmesser (2 bis 5 cm), berichtet. Es wird für alle Durchmesser ein Druckbereich gefunden, in dem der Bogen frei von Konvektionsstörungen brennt und sein Hochdruckcharakter erhalten bleibt. Die erzielten Lichtausbeuten sind nahezu die gleichen wie bei den bisher bekannten Xenonbögen hoher Drucke und hoher Leistungskonzentrationen. Maßgebend für die Ökonomie der Strahlungs- und Lichterzeugung ist die Höhe der spezifischen Bogenleistung und nicht die Leistungskonzentration. Auf Grund der Erkenntnisse ist ein neuer Bogentyp entstanden mit hoher Leistungsaufnahme und großem Bogenquerschnitt. Als typisches Beispiel für einen solchen Bogen kann eine wandstabilisierte Xenon-Langbogenlampe mit 20 bzw. 65 kW Leistungsaufnahme vorgeführt werden, die ohne jede künstliche Kühlung betrieben wird und einen Lichtstrom von über 0,5 Mill. bzw. 2 Mill. Lumen aussendet. Das Verhalten der infraroten Linienstrahlung wird kurz behandelt, aus dem Anteil der Linien- zur Kontinuumsstrahlung eine Abschätzung der Bogentemperatur vorgenommen und eine Energiebilanz aufgestellt. Der Exponent der Beziehung zwischen der Lichtstärke und der Stromstärke beträgt bei den niedrigen Drucken $1,90 \pm 0,03$.

H. SCHIRMER (Fa. Osram-Studienges., Berlin): *Über wandstabilisierte Xenon-Hochdruck-Langbogenentladungen niedrigen Drucks und geringer thermischer Wandbelastung.*

Die theoretische Druckabhängigkeit der Zustandsgrößen dieser Entladungen, die lediglich natürliche Luftkühlung des einschließenden Quarzglasrohres benötigen, wurde besprochen.

Die berechneten Zustandsgrößen lassen erkennen, daß niedriger Druck, richtig angesetzt, überraschenderweise nahezu dieselbe „Lichtausbeute“ zuläßt wie hoher Druck bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung des Hochdruckcharakters der Entladung. Es wurde der Grund für dieses Verhalten angegeben.

Es wurde gezeigt, daß diese Entladungen beliebig hohe Leistungsaufnahmen ohne Überlastung der Quarzglaswandung zulassen.

B. SAGGAU (TH Stuttgart, Inst. f. Gasentladungstechnik u. Photoelektronik): *Beitrag zur Klärung des Mechanismus niederfrequenter Schwingungen im anomalen Glimmgebiet.*

In Edelgasglimmentladungen niederen Druckes (Größenordnung 2 Torr) werden niederfrequente Schwingungen im anomalen Glimmgebiet beobachtet. Die Existenz der Schwingungen setzt das Vorhandensein einer positiven Säule voraus. Die auftretende Frequenz (Größenordnung kHz) wurde in Abhängigkeit verschiedener Entladungsparameter untersucht. Es ergibt sich, daß die Schwingung durch periodisches Hin- und Herlaufen von Elektronen- und Ionengruppen zwischen Kathode und Kopf der positiven Säule hervorgerufen wird.

F. FRÜNGEL (Hamburg): *Funkenkammern als Schalter in Kondensator-Entladungskreisen.*

Die Marxsche Funkenkammer, die 3-Elektroden-Funkenkammer mit aerodynamischer Zündung und die gesteuerte Löschfunkenstrecke mit Was-

serstoff-Füllung eignen sich als periodische Schalter für hohe Stromstärken in Kondensator-Entladungskreisen, z. B. zur Speisung von Impulstransformatoren im Röntgenblitzbetrieb, Erzeugung intensiver Lichtfunken in der Hochfrequenz-Kinematographie und zur Erzeugung von Hochspannungsimpulsen in der Radar- bzw. Funkmeßtechnik. Die Anwendungsgrenzen der drei Systeme liegen zwischen etwa 4 und 15 kV Betriebsspannung, einigen 100 bis 6000 A Spitzenstrom und Impulsfolgefrequenzen bis zu 50 000 Hz. Durch Wahl verschiedener Gasmischungen läßt sich die Entionisierungszeit verkürzen und die Impulsfolgefrequenz erhöhen. Die genannten drei Systeme von Schaltfunkenkammern sind mit Vorteil dort einzusetzen, wo handelsübliche Thyratrons aus Gründen ihrer geringen Spitzenströme, Ignitrons aufgrund ihrer langen Entionisierungszeiten, nicht mehr anwendbar sind.

H. MAECKER (Forschungsinst. d. Siemens-Schuckertwerke AG, Erlangen): *Über einige Untersuchungen am hochionisierten Plasma.*

Zur Untersuchung eines hochionisierten Plasmas im stationären Betrieb eignet sich nur ein Lichtbogen mit Zylindersymmetrie, weil alle anderen Bogenformen für quantitative Auswertungen zu wenig reproduzierbar und zu kompliziert sind. Es wird über neuere Untersuchungen berichtet, die am „Kaskadenbogen“, in welchem das Rohr für den Bogen von wassergekühlten, isolierten Kupferplatten gebildet wird, durchgeführt wurden. Messungen der Stromstärke, der Feldstärke, der Strahlungsstärke und spektroskopische Beobachtungen dienen zur experimentellen Untersuchung des Plasmas in verschiedenen Gasen. Zur theoretischen Auswertung werden die Energiebilanz, das Ohmsche Gesetz und das Fouriersche Gesetz herangezogen. Zum Schluß werden Meßergebnisse an hochionisierten Plasmen und mit theoretischen Erwartungen verglichen.

TH. PETERS (Knapsack-Griesheim AG, Knapsack b. Köln): *Charakteristiken zylindrischer Bögen nach dem Steenbeckschen Minimumprinzip.*

Das auf das thermodynamische Prinzip der minimalen Entropieproduktion rückführbare Steenbecksche Minimumprinzip wird zur Berechnung der Charakteristiken zylindrischer Bögen herangezogen.

Die andererseits von Maecker durch Integration der Elenbaas-Hellerschen Energiebilanz gewonnenen Ergebnisse gestatten einen exakten Vergleich, welcher beweist, daß man mit dem Steenbeckschen Minimumprinzip in einfacher Weise zu guten Näherungslösungen gelangt.

A. BAUER (Osram-Studienges., Augsburg): *Zur Feldbogentheorie bei verdampfender Kathode.*

Der Ansatz eines Lichtbogens an verdampfenden Kathoden, z. B. an Hg oder Cu, ist sehr klein, spaltet sich bei höherer Stromstärke in einzelne Brennflecke auf und bewegt sich unregelmäßig über die Oberfläche. Weitere spezielle Eigenschaften dieses Bogentyps sind die rückläufige Bewegung des Kathodenflecks im transversalen Magnetfeld bei geringerem Gasdruck oder kleinem Elektrodenabstand und Umkehr zur normalen, der Ampèreschen Regel entsprechenden Bewegungsrichtung, wenn Gasdruck oder Elektrodenabstand wachsen. Alle diese Bogenerscheinungen, für die es noch keine voll befriedigende Erklärung gibt, lassen sich ohne zusätzliche Annahmen mit der Feldbogentheorie deuten, wenn man nur berücksichtigt, daß im Kathodenfleck auch des Vakuumbogens ähnliche Verhältnisse wie im Hochdruckbogen herrschen und sowohl Druck als auch Stromdichte vom Brennfleckmittelpunkt zum Rande hin deutlich abfallen.

O. LOH (Fa. Klöckner-Moeller, Bonn): *Eine Theorie des Wechselstromkreises mit Lichtbögen.*

Um eine geschlossene Theorie der Eigenschaften eines Wechselstromkreises mit einem Lichtbogen, der durch seine äußeren dynamischen Eigenschaften, Strom und Lichtbogen Spannung, beschrieben wird, zu erhalten, werden Untersuchungen, insbesondere in der Umgebung des Stromnulldurchganges, unter der Annahme eines intakten Gasentladungsschlauches, durchgeführt.

Eine exakte Lösung der in Form einer Spannungsgleichung auftretenden Differentialgleichung ist nicht möglich. Um zu möglichst genauen Lösungskurven zu gelangen, wurde eine Anzahl von Stromkurven bei unterschiedlichen Anfangsbedingungen mit Hilfe eines Analogrechners ermittelt. Zu diesem Zweck war es erforderlich, eine Vorzeichenregel für die Lichtbogen Spannung aufzustellen, durch die sowohl eine physikalische, wie auch mathematische Beschreibung der Vorgänge beim Stromnulldurchgang des Wechselstromlichtbogens möglich ist.

Durch Linearisierung der Differentialgleichung können bei induktiven Stromkreisen Aussagen über die relative Amplitudenhöhe und die Zeitdauer des Stromnulldurchganges vor dem des metallisch geschlossenen Stromkreises in Abhängigkeit von Spannung, Phasenschiebung des Stromes, Lichtbogenlänge und Zahl der Unterbrecherstellen, gemacht werden. Es ergeben sich bestimmte Bedingungen für das Abreißen des Lichtbogens bei intaktem Gasentladungsschlauch mit einem Nachstrom.

Elektrische und magnetische Vorgänge in festen Körpern

R. NOSSEK (Phys. Inst. d. Bergakademie Clausthal): *Bestimmung der Energieabhängigkeit der mittleren freien Weglänge der Leitungselektronen.*

Justi, Kohler und Lautz haben gezeigt, daß man aus der Änderung der Thermospannung mit der Schichtdicke die Energieabhängigkeit der mittleren freien Weglänge der Leitungselektronen bestimmen kann, sofern man die freie Weglänge kennt ($l = \text{const} \cdot E^n$). Alkalischichten wurden durch Aufdampfen auf einen feuerpolierten Glasträger im Höchstvakuum ($p \leq 5 \cdot 10^{-9}$ Torr) niedergeschlagen. An diesen Schichten wurden sowohl die Thermospannung als auch der elektrische Widerstand in Abhängigkeit von der Schichtdicke gemessen. Aus den Widerstandsmessungen wurde die mittlere freie Weglänge bestimmt, so daß aus der Thermospannung die Energieabhängigkeit der Leitungselektronen errechnet werden konnte. Die an Kalium und Caesium durchgeführten Messungen ergaben für n den Wert 2 und bestätigten damit die Forderung der Blochschen Theorie.

E. BÖHRINGER (I. Phys. Inst. d. Univ. München): *Messungen der ferromagnetischen Widerstandsanomalien des Eisens.*

Im Temperaturbereich zwischen -185°C und $+670^\circ\text{C}$ wurde die Änderung des elektrischen Widerstands von Eisendrähten und -bändchen in longitudinalen und transversalen Magnetfeldern bis 16 000 Oersted gemessen. Die Meßmethode wird kurz besprochen. Die Meßergebnisse werden diskutiert und ihre Übereinstimmung mit früheren Ergebnissen an Nickel gezeigt.

L. REIMER (Phys. Inst. d. Univ. Münster): *Temperaturabhängigkeit des ferromagnetischen Hall-Effektes von Nickel-Aufdampfschichten.*

In Ergänzung zu früheren Messungen des Hall-Effektes bei Zimmertemperatur (Z. PHYS. 150, 277, 1958) wird über die Temperaturabhängigkeit des ferromagnetischen Anteils berichtet. Dabei wird die Hall-Spannung bei

einer festen Feldstärke von 6000 Oe gemessen. Mit Annäherung an die Curie-Temperatur fällt die Hall-Spannung steil ab, so daß die Untersuchung des Hall-Effektes dünner Schichten eine bequeme Möglichkeit bietet, die theoretisch zu erwartende Erniedrigung der Curie-Temperatur mit abnehmender Schichtdicke zu messen. Dabei ergeben sich Unterschiede für Schichten mit verschiedener Trägertemperatur während des Aufdampfens. Während Schichten, die bei 200 °C aufgedampft wurden, bei Erwärmung bis zu 400 °C im Hall-Effekt sich weitgehend reversibel verhalten, wurden bei kalt aufgedampften Schichten irreversible Änderungen beobachtet, die einer Änderung des elektrischen Widerstandes parallel gehen. Außerdem ist aus dem Verlauf der Temperaturabhängigkeit zu entnehmen, daß kalt aufgedampfte Schichten bei gleicher Schichtdicke eine wesentlich geringere Curie-Temperatur zeigen, die durch Tempern über 200 °C erhöht werden kann.

W. HELLENTHAL (Phys. Inst. d. Univ. Münster): *Messung der Frequenzabhängigkeit der Koerzitivkraft von dünnen Nickelschichten.*

Bei der Wechselfeldmagnetisierung dünnster ferromagnetischer Schichten kann mit Erfolg die magnetische Widerstandsänderung zur Messung benutzt werden. Aus ihr wird die Koerzitivkraft bestimmt.

Im Bereich dünnster Schichten beobachtet man eine Abnahme der Widerstandskoerzitivkraft. Es wird die Frequenzabhängigkeit (bis 10 kHz) dieses Effektes bei verschiedenen Schichtdicken, Meßtemperaturen und Strukturen der Proben (Trägertemperaturen beim Aufdampfen 200 °C und 400 °C) untersucht. Die Messungen ergeben eine Zunahme der Koerzitivkraft mit wachsender Frequenz derart, daß bei hohen Frequenzen ein Sättigungswert sich einzustellen scheint. Die mögliche Ursache der Abnahme der Koerzitivkraft mit abnehmender Schichtdicke im Bereich dünnster Schichten (< 100 Å) enthält zwei Anteile: einen frequenzunabhängigen Anteil infolge Abnahme der ferromagnetischen Anisotropiegrößen (möglicherweise Kristallenergie) und einen frequenzabhängigen Anteil, der eventuell durch thermische Schwankungen bedingt sein kann.

O. A. THIELE (Zentral-Laboratorium der Siemens & Halske AG, München): *Remanente und permanente Dauermagnetkenngrößen.*

Der maximale Flußdichtezuwachs $\Delta B = H_a \cdot \mu_0$ längs der vom optimalen Arbeitspunkt bis zur Flußdichteachse aufsteigenden permanenten Arbeitskurve ist für 27 Dauermagnetwerkstoffe verschiedenster Art nahezu konstant, und zwar 1,75 Kilogauss $\pm 30\%$. Darauf beruhen einfache Vorschläge für (1) vollständige magnetische Kurz kennzeichnung von Dauermagnetwerkstoffen durch $(BH)_{\max}$ und H_a , (2) Kenngrößen für permanentmagnetische Arbeits-Stabilität und permanentmagnetische Güte sowohl von Werkstoffen als auch von Dauermagnetkreisen mit Streuflüssen, (3) Berechnung der werkstoffabhängigen Optimalwerte für diese Streuflußanteile.

H. E. MÜSER (Inst. f. Angew. Phys. d. Univ. Münster): *Messung der Nichtlinearität im dielektrischen Verhalten des Seignettesalzes.*

Nach Müller besteht bei Seignettesalz zwischen elektrischer Feldstärke E und dielektrischer Verschiebung D der Zusammenhang

$$E = A \cdot D + B \cdot D^3. \quad (1)$$

Ein quantitativer Vergleich gemessener (D, E) -Beziehungen mit Gleichung (1) stellt extreme Anforderungen an die Meßgenauigkeit. Folgendes Verfahren gestattet eine bequemere Messung:

Ein Kristallplättchen wird mit einer Sägezahnspannung von z. B. 100 Hz erregt. Hierzu phasenstarr wird das Kippgerät eines Oszillographen getriggert. Auf die Vertikalablenkung werden nacheinander D , E und ihre zeitlichen Ableitungen gegeben. \dot{D} bzw. \dot{E} erhält man als Spannung an einem niederohmigen Widerstand, der in Serie zum Kristall bzw. zu einem Kondensator kleiner Kapazität liegt. Auf den Oszillogrammen lassen sich dann bei fester x -Koordinate zusammengehörige Werte von D , E , \dot{D} und \dot{E} ablesen. Die Division von \dot{E} durch \dot{D} liefert dE/dD und eine nochmalige numerische Differentiation d^2E/dD^2 . Nach Gl. (1) sollte d^2E/dD^2 linear mit D ansteigen. Dieses Verhalten wurde tatsächlich bis zur Durchschlagfeldstärke gefunden, abgesehen von den Flanken der Hysteresekurven im ferroelektrischen Gebiet. Die in Gl. (1) evtl. zu ergänzenden höheren Glieder ($B' \cdot D^5$, $B'' \cdot D^7$ usw.) machen zusammen sicher weniger als 10 % aus. Die Konstante B beträgt zwischen -22°C und $+28^\circ\text{C}$ auf etwa 10 % genau $60 \cdot 10^{12} \text{ V} \cdot \text{m}^5 \cdot \text{Coul}^{-3}$. Das Umlappen der spontanen Polarisation ist dagegen durch Domänenprozesse (Keimbildung, Wandverschiebung) bedingt und hängt von den Versuchsbedingungen ab. Die wirklich auftretende Koerzitivfeldstärke läßt sich also durch die Müllersche Gleichung nicht beschreiben.

E. FATUZZO und W. J. MERZ (Laboratories RCA Ltd., Zürich, Schweiz): Domänenbildung und Wandverschiebung in ferroelektrischem Triglycinsulfat.

Das Umlappen der spontanen Polarisation in einem ferroelektrischen Kristall ist durch zwei Mechanismen bedingt: die Keimbildung von neuen Domänen und das Wachstum dieser Domänen durch Wandverschiebung. Wir haben das Umlappen in Triglycinsulfat als Funktion des elektrischen Feldes der Temperatur und der Geometrie der Proben untersucht. Es war uns möglich, die zwei Mechanismen zum erstenmal zu trennen. Bei kleinen Feldern ist die Keimbildung der langsamere Prozeß. Die Umlappzeit ist hier durch die Keimbildungszeit gegeben und hängt deshalb exponentiell vom Felde ab. Bei hohen Feldern ist die Wandverschiebung der langsamere Prozeß, und die Umlappzeit hängt linear vom Felde ab. Die Beweglichkeit der Wandverschiebung ist ungefähr $2 \text{ cm}^2/\text{V} \cdot \text{s}$.

Aus der zeitlichen Abhängigkeit des Umlappstromes ist es möglich, die Feldabhängigkeit der zwei Mechanismen zu berechnen. Es ist dabei möglich, die Wechselwirkung zwischen den Keimen abzuschätzen. Oberflächenbehandlung mit chemischen und mechanischen Mitteln beeinflusst die Keimbildung, aber nicht die Wandverschiebung.

B. GROSS: Entladungserscheinungen und Raumladungen in festen Dielektrika nach Elektronenbeschuß.

Feste Dielektrika wie Borosilikatglas und Plexiglas werden mit monoenergetischen Elektronen von 2 MeV beschossen. Hierbei ergibt sich ein Reichweiteneffekt. Die Elektronen bleiben in einer recht wohl definierten Schicht stecken und bewirken eine Aufladung des Dielektrikums. Die Ladung und das von ihr erzeugte Feld können so stark werden, daß ein „innerer“ Durchschlag erfolgt, der eine Entladungsfigur (ähnlich einer Lichtenbergfigur) zurückläßt. Im Glas kann der Durchschlag noch 6 Monate nach dem Elektronenbeschuß hervorgerufen werden. Der Effekt wird auf Grund eigener Messung qualitativ und quantitativ diskutiert.

H. VEITH (Siemens & Halske AG., Wernerwerk f. Bauelemente, München): Ein Diffusionsproblem beim Isolationsabfall elektrischer Kondensatoren in Luftfeuchtigkeit.

Theoretische und experimentelle Untersuchungsergebnisse über die Abhängigkeit des spezifischen Widerstandes bestimmter Dielektrika vom Was-

sergehalt im thermodynamischen Gleichgewicht werden mitgeteilt. Bei Kenntnis dieses Zusammenhangs erweist sich die Einstellung des Feuchtegleichgewichts eines elektrischen Kondensators als ein normalerweise über viele Jahre sich erstreckender, durch den zeitlichen Verlauf seines Isolationswiderstandes meßbarer, nichtlinearer Mehrschichten- und Mehrphasen-Diffusionsvorgang. Durch geeignete Vereinfachungen in Theorie und Versuchsführung kann dieses Diffusionsproblem einer mathematischen Behandlung zugänglich gemacht werden. Die entsprechenden Formeln werden mitgeteilt und ihre numerische Auswertung den Versuchsergebnissen gegenübergestellt. Temperatur- und Konzentrationsabhängigkeit so ermittelter Diffusionskoeffizienten der verschiedenen Werkstoffe eines Kondensators werden diskutiert.

SAMSTAG, DER 4. OKTOBER 1958

Vormittag

Hauptvorträge

3. B. RAJEWSKY (Frankfurt/Main): *Strahlenwirkungen bei biologischen Geweben.*

4. G. LEIBFRIED (Laurensburg): *Probleme der Strahlungsbeeinflussung fester Stoffe.*

Nachmittag

F. J. REIN (AMA-Institut Tautenbronn): *Strahlenwirkung und andere Einflüsse auf biologische Flüssigkeiten.*

Die Frage der Dauerwirkung kleiner Strahlendosen auf den lebenden Organismus mußte auch auf der letzten Genfer Konferenz offen bleiben, da der Effekt bisher nicht, wie die Dosen selbst, zahlenmäßig exakt erfaßbar war. Hierfür wurde vom Vortragenden ein neuer Weg gezeigt. Wie etwa die Whippleschen Arbeiten [G. H. Whipple u. a., J. EXP. MED. 63 bis 98 (1936 bis 1953)] zeigen konnten, daß dynamische Gleichgewichte zwischen Organeiweiß u. dem Eiweiß biologischer Flüssigkeiten bestehen, wurde vom Vortragenden nachgewiesen, daß endogene u. exogene Einwirkungen auf den lebenden Organismus durch analytisch exakt erfaßbare Gleichgewichtsverschiebungen zweier Stickstoff-Fraktionen des Serumeiweißes streng gesetzmäßig zum Ausdruck kommen. Die Absolutkonzentration der beiden Fraktionen als Koordinaten ergeben für die einzelne Art der Einwirkung bzw. des beeinflussen Funktionsanteils des Organismus charakteristische geradlinige Verlaufskurven. Erforderlich ist exakteste Analyse, Ausschluß möglicher Störfaktoren und strenge Beachtung der einzelnen Parameter [F. J. Rein in PROTIDES OF THE BIOLOGICAL FLUIDS IV, V, VI, Verlag De Tempel, Brugge, 1956 u. Verlag Elsevier, Amsterdam 1957 und 1958]. Es ergibt sich so die Möglichkeit, geringste Veränderungen am lebenden Organismus an Veränderungen des Blutserums eindeutig zahlenmäßig zu erfassen.

Nach einem Überblick über Analytik u. Probenahmebedingungen u. Beispielen durch Zahlenwerte und Verlaufskurven für verschiedene Einwirkun-

gen wurden Ergebnisse von Strahlenwirkungen gezeigt, die von diagnostischer bis zu Therapie- und Kastrationsdosen reichten. Daß dabei der grundlegende Effekt und nicht Nebenerscheinungen erfaßt werden, bewies gleiche Gesetzlichkeit für Strahlen-, operative, hormonelle und natürliche Sterilität. Sehr frühe und weitzurückreichende Erfäßbarkeit verschiedenster Störungen empfiehlt den neuen Weg für Beobachtung geringster Strahlenwirkung, zumal gewisse Beobachtungen der letzten Jahre dies fordern.

Fachausschuß Kernphysik

R. L. MÖSZBAUER (Labor f. techn. Phys. d. TH München und Inst. f. Phys. im MPI f. medizin. Forsch., Heidelberg): *Ein neues Verfahren zur Bestimmung der Lebenszeit niedriger angeregter Kernzustände.*

Es wird ein neues Verfahren zur Bestimmung der Lebenszeit niedriger angeregter Kernzustände beschrieben: Bei der Kernresonanzfluoreszenz weicher Gammastrahlung zeigen die Emissions- und Absorptionsspektren bei tiefen Temperaturen außerordentlich starke Linien mit der natürlichen Linienbreite. Durch künstliche Verschiebung dieser Emissions- und Absorptionslinien gegeneinander um einige Linienbreiten läßt sich die Resonanzfluoreszenz weitgehend unterdrücken. Zur Linienverschiebung läßt sich der Dopplereffekt benützen, indem den emittierenden und absorbierenden Kernen eine Relativgeschwindigkeit gegeneinander erteilt wird. Eine Analyse der Resonanzfluoreszenz als Funktion der Relativgeschwindigkeit liefert die Lebenszeit des untersuchten Niveaus. Messungen an dem 129 keV-Übergang in Ir^{191} werden mitgeteilt.

U. CAPPELLER und E. GANSSAUGE (Phys. Inst. d. Univ. Marburg): *Richtungskorrelationsuntersuchungen an den γ -Strahlungen des ^{110}Cd .* (Vorgetr. von E. Ganssaug)

Zur Bestimmung der Drehimpulsquantenzahlen der Anregungszustände des ^{110}Cd -Kernes wurden Richtungskorrelationsmessungen an den beim Zerfall des ^{110}Ag auftretenden γ -Strahlungen mit Hilfe zweier in Koinzidenz geschalteter Szintillations-Spektrometer angestellt. Zur Auswertung der Messungen müssen die bei den verschiedenen Einstellungen der Spektrometer gemessenen Koinzidenzraten in die den einzelnen Kaskaden zuzuordnenden Anteile zerlegt werden. Ein Verfahren dazu wird angegeben.

Als Ergebnis der Messungen können die Drehimpulsquantenzahlen der Niveaus des ^{110}Cd -Kernes bei den Energien 1 539 keV, 2 484 keV und 2 920 keV angegeben werden.

H. FAISSNER (CERN, Genf, SC-Division) und F. GÖNNENWEIN (Phys. Inst. d. Univ. Tübingen): *Ionisierung von Spaltstücken in der Nähe des Ursprungs.* (Vorgetr. von H. Faissner)

Frühere Messungen hatten gezeigt, daß die Ionisierung von Spaltstücken gegen das Ende ihrer Reichweite hin monoton abnimmt. Obwohl die Ionisierung auf den ersten 20 % der Reichweite nie direkt gemessen worden war, glaubte man dieses Verhalten bis an den Ursprung der Spaltung hin extrapolieren zu dürfen. Dagegen wurde von den Verfassern beobachtet, daß in Photoplatten die Spaltspuren in der Nähe des (vermutlichen) Ursprungs häufig ein Schwärzungsminimum aufweisen. Das Minimum ist umso ausgeprägter, je schwächer die Platte entwickelt wurde; bei starker Entwicklung wird es leicht durch Sättigungseffekte und infektiöse Entwicklung überdeckt. Als Maß der photographischen Wirksamkeit wurde die totale Lückenlänge pro Reichweitenintervall längs einer größeren Anzahl von Spu-

ren gemessen. Es wird diskutiert, ob sich die Messungen durch statistische Schwankungen und/oder einen ungewöhnlichen Zusammenhang zwischen Schwärzung und Ionisierung erklären lassen. Identifiziert man das Schwärzungsminimum mit dem Ursprung, so lassen sich die Reichweitenverteilungen für schwere und leichte Spaltstücke getrennt aufstellen. Ihre Übereinstimmung mit den aus anderen Messungen bekannten Verteilungen gibt einen indirekten Hinweis darauf, daß die beobachtete Anomalie in der Tat mit dem Ursprung korreliert ist.

H. WÄNKE und H. HINTENBERGER (Max-Planck-Institut für Chemie, Mainz): *Helium und Neon als Reaktionsprodukte der kosmischen Strahlung in Eisenmeteoriten.* (Vorgetr. vno H. Hintenberger)

Es wurde die Helium- und die Neonkonzentration in verschiedenen großen Eisenmeteoriten, deren Gesamtgewicht zwischen 11,3 kg (Clark County) und 5 360 kg (Bendego) liegt, gemessen, und die Isotopenhäufigkeiten der Neonproben untersucht. Während die Heliumkonzentration mit zunehmendem Gesamtgewicht der Meteorite von $44 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$ auf $7 \cdot 10^{-6} \text{ cm}^3/\text{g}$ und die Neonkonzentration von $33,6 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g}$ auf $3,72 \cdot 10^{-8} \text{ cm}^3/\text{g}$ abnimmt, das Helium-Neon-Verhältnis von 133 auf 188 zunimmt, bleibt die Isotopenzusammensetzung des aus den verschiedenen Meteoriten extrahierten Neons innerhalb der Meßgenauigkeit von etwa 5 % konstant. In starkem Gegensatz zu den Isotopenhäufigkeiten des Luftneons ist aber das Isotop der Masse 21 in diesen Proben einige Prozent häufiger als das Isotop der Masse 20 und das Isotop der Masse 22 wiederum einige Prozent häufiger als das Isotop der Masse 21.

A. EHMERT (Max-Planck-Inst. f. Aeronomie, Lindau [Hann.]): *Zur Korrektur des Mesonenzerfalls auf eine zeitlich konstante Atmosphäre.*

Auf Grund der überraschend engen Korrelation zwischen den Variationen der auf konstante Atmosphäre korrigierten Neutronen- und Mesonenkomponente war es möglich, die Korrektur des Mesonenzerfalls genauer zu erfassen. Es ergibt sich eine einfache Einflußfunktion für Änderungen des Abstandes verschiedener Luftdruckstufen auf die Mesonenzahl am Boden. Sie ist proportional dem Luftdruck.

A. EHMERT und H. ERBE (Max-Planck-Inst. f. Aeronomie, Lindau [Hann.]): *Die Auswirkung weltweiter Variation der kosmischen Strahlung auf die Teilchenzahl in der Atmosphäre.*

Durch eine Reihe von Ballonaufstiegen mit Zählrohrteleskopen wurde die Zunahme der relativen Schwankungen mit der Höhe gemessen. Das Verhältnis der Breitenfaktoren für die Strahlung ist gleich dem Verhältnis der relativen Schwankungen.

A. EHMERT (Max-Planck-Inst. f. Aeronomie, Lindau [Hann.]): *Die weltweiten Schwankungen der kosmischen Strahlung durch isotrope Modulation der Primärstrahlung.*

Für die auf eine konstante Atmosphäre korrigierten Schwankungen der Mesonenkomponente und der Neutronenkomponente ergibt sich eine enge Korrelation für magnetische Stürme und für die langsamen Variationen im Zyklus der Sonnentätigkeit. Es ist sowohl für die Primären als für die Sekundärkomponenten die relative Änderung geteilt durch den Breitenfaktor (Anzahl an der Station/Anzahl am Äquator) der betreffenden Größe vom Äquator bis zu Stationen nahe dem Pol überall gleich. Dies zeigt, daß alle Primären unabhängig von ihrer ursprünglichen Energie denselben Energieverlust von $1,5 \times 10^8 \text{ eV}$ pro 1 % Abnahme der Primären am Äquator erlei-

den. Dies wird auf ein elektrisches Potential des Raumes in Erdnähe gegen den freien Raum zurückgeführt. Die Sonne sollte ein höheres Potential haben. Hohe Sonnentätigkeit nähert das Potential der Erde dem der Sonne. Die Primärspektren von Protonen und α -Teilchen deuten auf ein Potential von 4 GV bei minimaler und mehr als 5 GV bei maximaler Sonnentätigkeit.

R. HAUSSER und G. LAUKIEN (I. Phys. Inst. d. TH Stuttgart): *Über den Einfluß der Elektronenrelaxationszeiten von Ionen auf die Kernrelaxationszeiten von Protonen.* (Vorgetr. von R. Hausser)

In der ersten grundlegenden Arbeit von Bloembergen über Kernrelaxation wird bemerkt, daß die Kernrelaxationszeiten bei der besonders interessierenden Wechselwirkung Kernspin-Elektronenspin ausschließlich durch die Relaxationszeiten der Elektronenspins bestimmt werden, wenn diese wesentlich kleiner als die Korrelationszeit der Brownschen Wärmebewegung sind.

Es gelang, in einer kristallwasserhaltigen Schmelze von Cernitrat ein System zu finden, in dem diese Bedingung offenbar erfüllt ist. Die Messung der beiden Protonenrelaxationszeiten T_1 und T_2 der Schmelze sowie deren Viskosität im Temperaturbereich von 0 bis 80 °C ergab trotz einer Viskositätsänderung um den Faktor 8 000 — die Änderung der Korrelationszeit liegt in derselben Größenordnung — nur eine Änderung von T_1 und T_2 um den Faktor 3 bzw. 30. Das Ergebnis zeigt, daß die Kernrelaxationszeiten nicht mehr von der Korrelationszeit der Wärmebewegung abhängen und steht in annähernder Übereinstimmung mit der Angabe Bloembergens, daß sich die Elektronenrelaxationszeiten beim Übergang vom Ionenkristall zur wäßrigen Lösung etwa um den Faktor 3 bis 10 ändern.

G. LAUKIEN und F. NOACK (I. Phys. Inst. der TH Stuttgart): *Kernmagnetische Wechselwirkung der Deuteronen von schwerem Wasser mit paramagnetischen Ionen.* (Vorgetr. von F. Noack)

Zur experimentellen Klärung des anomalen kernmagnetischen Relaxationsverhaltens der Protonen einiger wäßriger Lösungen paramagnetischer Ionen haben wir die kernmagnetischen Relaxationszeiten T_1 und T_2 der Deuteronen in D_2O -Lösungen verschiedener paramagnetischer Salze bestimmt. Untersucht wurden Lösungen der Salze $VOSO_4$, $Cr(NO_3)_3$, $MnSO_4$, $MnCl_2$, $Fe(NO_3)_3$, $CoSO_4$ und $CoCl_2$ sowie angesäuerte $VOSO_4$ -Proben über Konzentrationsbereiche, die sich im allgemeinen bis zur Löslichkeitsgrenze der betr. Verbindung erstreckten. Ein Vergleich der impulstechnisch bei der Frequenz 5 MHz und 27 °C gemessenen Deuteronen-Relaxationszeiten mit den im gleichen Magnetfeld bestimmten Relaxationszeiten der Protonen in den entsprechenden H_2O -Lösungen zeigt, daß die Bloembergsche Theorie der direkten Dipol-Dipol-Wechselwirkung die Meßergebnisse im Falle der Co^{++} - sowie Fe^{+++} -Lösungen, in denen $T_1 \approx T_2$ beobachtet wird, befriedigend erklären kann.

Sofern durch einen zusätzlichen Relaxationsbeitrag der indirekten Spin-Spin-Kopplung $T_1 > T_2$ ausfällt (VO^{++} -, Cr^{++} -, Mn^{++} -Lösungen), ist das Verhältnis der in konstantem Magnetfeld gemessenen Relaxationszeiten T_1 und T_2 für die Deuteronen in der Regel größer als für die Protonen; nur in Mn-Proben nimmt T_1/T_2 beim Austausch der Protonen durch Deuteronen beträchtlich ab. Die Deutung erfordert Annahmen über die Änderung der Kopplungskonstante A der indirekten Spin-Spin-Wechselwirkung zwischen Ion und Kern beim Übergang von H_2O - zu D_2O -Lösungen, die durch die Ramseysche Theorie der indirekten Dipol-Dipol-Kopplung nur unzureichend begründet werden können.

S. WILKING (Phys. Inst. d. TH Karlsruhe): *Kernresonanzexperimente in sehr schwachen Magnetfeldern — Mehrquantenübergänge von Protonen in H_2O .*

Kernresonanzübergänge von Protonen in Wasser, das nacheinander drei verschiedene Magnetfelder durchströmte, wurden bis zu Larmorfrequenzen von etwa 50 Hz beobachtet. Im ersten starken Feld H_A entsteht eine resultierende Kernmagnetisierung, die bei nicht zu großer Strömungsgeschwindigkeit der lokalen Feldrichtung folgt und im dritten Feld H_B mit einem Autodyndetektor nachgewiesen wird. Ein im schwachen Zwischenfeld H_0 eingestrahltes Wechselfeld passender Frequenz ω dreht den Magnetisierungsvektor wie bei Impulsexperimenten. Der Impulsdauer entspricht die Laufzeit eines Protons durch die Einstrahlungspule. Dabei kann erreicht werden, daß ständig antiparallel magnetisierte Substanz im Nachweissfeld H_B ankommt, was einen dauernden Energiefluß in den Nachweiskreis zur Folge hat („Kernverstärker“).

Mit der beschriebenen Apparatur wurden Übergänge der Resonanzbedingung $n\omega = \gamma H_0$ (γ gyromagnetisches Verhältnis, n ganzzahlig) bis zu $n = 18$ beobachtet. Bei solchen Mehrquantenübergängen wird die Energiedifferenz der beiden einzigen Energiezustände $E (+1/2)$ und $E (-1/2)$ von n Photonen der Energie $\hbar\omega$ geliefert, deren Drehimpulskomponenten sich teilweise kompensieren. Übergangswahrscheinlichkeiten wurden gemessen. Ihre Maximalwerte sind, im Gegensatz zum einquantigen Resonanzübergang, feldabhängig und nehmen mit wachsender Resonanzfeldstärke um so rascher ab, je mehr Photonen an einem Übergang beteiligt sind.

W. KLIEFOTH (Heidenheim/Brenz): *Bericht über die 3. Pugwash-Konferenz in Kitzbühel vom 14. bis 20. 9. 1958.*

Die erste Pugwash-Konferenz fand im Juli 1957 in Pugwash (Kanada) statt, angeregt durch den *Einstein-Russell*-Appell 1955. Dem „Ständigen Komitee“ gehören an: Lord Russell, C. Rabinowitsch (USA), J. Rotblatt (UK), C. F. Powell (UK), D. V. Skobel'tzyn (UdSSR). Die 3. Konferenz in Kitzbühel wurde in etwas größerem Rahmen abgehalten; es nahmen 70 Wissenschaftler aus 22 Nationen teil, darunter 19 amerikanische und 10 sowjetische Wissenschaftler, die ein einstimmig angenommenes Statement ausarbeiteten. Die Hauptprobleme sind: (1) Eine Beurteilung der Wirkungen eines Atomkrieges und nuklearer Versuchsexplosionen; (2) technische und politische Probleme der Abrüstung; (3) das Leben im wissenschaftlichen Zeitalter (der Wortlaut des Statements ist abgedruckt in den *PHYS. BL.* 14, 482 (1958)).

In Kitzbühel wurden Pläne zur engeren Zusammenarbeit besprochen; es wurden u. a. ein internationales „medizinisches Jahr“ und eine internationale Tagung über „biologische Probleme des Friedens“ vorgeschlagen. Die Abschluß-Sitzung fand in Wien auf Einladung der *Theodor-Körner*-Stiftung in Anwesenheit des österreichischen Bundespräsidenten statt.

Lumineszenz, Phosphoreszenz, Photoelektronik

E. KRAUTZ, A. PAULISCH, M. SCHÖN (Osram-Studienges., Augsburg, TH München): *Zur Darstellung der Strahlungsumwandlung in lumineszierenden Kristallen (mit Farbtonfilm). (Vorgetr. von E. Krautz)*

Für die vier wichtigen Leuchtstoffgruppen (1) Reinstoff-Phosphore (Beispiel Calciumwolframat), (2) fremdaktivierte Leuchtstoffe (Beispiel Natriumjodid mit Tallium als Aktivator), (3) sensibilisierte Leuchtstoffe (Beispiel Calciumfluorid mit Mangan als Aktivator und Cer als Sensibilisator),

(4) Kristallphosphore (Beispiel Zinksulfid mit Kupfer als Aktivator und Chlor als Koaktivator) werden die Prozesse der Absorption der anregenden Strahlung, der Emission, der Energiewanderung sowie der mit Emission verbundenen Rekombination von Ladungsträgern an Aktivatoren und der strahlungslosen Übergänge an Haftstellen anhand einfacher Kristallmodelle dargestellt.

D. HAHN und W. KERNCHEN (Phys.-Techn. Bundesanst., Inst. Berlin, Berlin-Charlottenburg): *Zur Temperatur- und Frequenzabhängigkeit der Elektrolumineszenz.* (Vorgetr. von D. Hahn)

Untersuchungen der Temperaturabhängigkeit der Elektrolumineszenz wurden bei Variation der Parameter: Frequenz, Spannung, einbettendes Dielektrikum und Heizgeschwindigkeit an verschiedenen Leuchtstoffen des Typs ZnSCu vorgenommen. Die Ergebnisse lassen erkennen, daß die Dielektrika den Temperaturverlauf der Elektrolumineszenz zwar beeinflussen können, bestimmte charakteristische Merkmale jedoch unverändert lassen. Es hat sich gezeigt, daß die Theorie von Johnson, Piper und Williams die Temperaturabhängigkeit der Elektrolumineszenz gut beschreibt, den Einfluß der Temperatur auf die Frequenzabhängigkeit jedoch nicht befriedigend wiedergibt.

G. GOURGÉ und W. HANLE (Phys. Inst. d. Univ. Gießen): *Neuere Untersuchungen der Exoelektronenemission.* (Vorgetr. von W. Hanle)

Paralleluntersuchungen der thermostimulierten Exoelektronenemission und der Thermolumineszenz in einem größeren Temperaturbereich (-165° bis $+400^{\circ}\text{C}$). — Der Einfluß des Aktivatorzusatzes bei verschieden aktivierten CaF_2 -Proben und bei NaCl/Ag mit verschiedenem Ag-Gehalt. — Untersuchungen an Leuchtstoffen mit unterschiedlichen Leuchtmechanismen. — Die Emission von Exoelektronen natürlicher Kristalle ohne vorherige künstliche Bestrahlung. — Empfindliche Nachweismethode von Röntgenstrahlung mit Hilfe der thermostimulierten Exoelektronenemission.

G. EICHHOFF und G. MÜLLER (Inst. f. Festkörperforschung, Berlin): *Vergleich der Lumineszenz von CdS bei verschiedenen Anregungsarten.*

Es wurden CdS-Einkristalle durch Einstrahlung von optischer Strahlung Röntgenstrahlen und Elektronen mittlerer Energie zur Lumineszenz angeregt. Die Ergebnisse in Abhängigkeit von der Erregungsintensität und bei verschiedenen Temperaturen werden miteinander verglichen.

H. W. STREITWOLF (Inst. f. Festkörperforschung, Berlin): *Zur Theorie der Elektronenanregung in Festkörpern durch primäre Elektronen.*

F. LAPPE (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Zur Photoleitung aktivierter Cadmiumsulfid-Schichten bei Anregung mit Elektronen einer Energie von 10 bis 80 keV.*

Die Energie, die die auftreffenden Elektronen im Mittel zur Anregung eines Leitungselektrons benötigen, wird durch vergleichende Messungen bei Anregung mit Licht bestimmt. Dabei muß berücksichtigt werden, daß die Lebensdauer und die Beweglichkeit der Leitungselektronen davon abhängt, ob die Leitungselektronen im Innern oder an der Oberfläche der CdS-Schicht erzeugt wurden. Auftreffende Elektronen einer bestimmten Beschleunigungsspannung können deswegen nur mit Lichtquanten einer entsprechenden Eindringtiefe verglichen werden. Diese Zuordnung von Beschleunigungsspannung und Wellenlänge wird mit Hilfe einer Messung der Lebensdauer der Leitungselektronen vorgenommen.

H. GOBRECHT und H.-E. GÜMLICH (II. Phys. Inst. d. TU Berlin): *Über die Verstärkung der Lumineszenz manganaktivierter Zinksulfide durch elektrische Felder.* (Vorgetr. von H.-E. Gumlich)

Manganaktivierte Zinksulfide wurden mit Röntgen- oder ultraviolettem Licht bestrahlt und gleichzeitig elektrischen Feldern ausgesetzt. Die Wirkung, die die elektrischen Felder auf die Lumineszenz dieser Substanzen ausüben, hängt ab von der Wellenlänge und Stärke der anregenden Strahlung, von der Wellenlänge des Lumineszenzlichtes und von der Temperatur des Leuchtstoffes. Aus den Untersuchungen ergibt sich, daß eine Grenzwellenlänge der anregenden Strahlung existiert, bei deren Überschreitung die Feldverstärkung in eine Feldauslöschung übergeht. Das Verhalten der Lumineszenz bei kontinuierlicher Erwärmung der Leuchtstoffe läßt den Schluß zu, daß die Haftstellenelektronen nicht am Feldverstärkungsprozeß teilnehmen, daß sie dagegen einem Auslöschprozeß unterliegen. Dieses Ergebnis wird durch Untersuchungen über den Einfluß der Felder auf das Nachleuchten der Phosphore nach dem Ende der Strahlungsanregung bestätigt. Es wird ein Modell für den Mechanismus der Feldverstärkung vorgeschlagen, das die bisher bekannten experimentellen Resultate befriedigend beschreibt.

J. A. BEUN (Laboratories RCA Ltd., Zürich, Schweiz): *Photoleitfähigkeit in ZnS-Einkristallen.*

Es wurde die Photoleitfähigkeit in ZnS in der Richtung parallel zu den Streifen (Grenzen zwischen Gebieten mit hexagonaler und kubischer Symmetrie) untersucht. Bei kleinen Spannungen ($V < 20$ Volt) kann eine sehr scharfe Sättigung des Photostromes beobachtet werden, die nicht vom Elektrodenabstand abhängt. In Kristallen mit rein hexagonaler Struktur ohne Streifung tritt keine Sättigung auf. Der Photostrom zeigt ein Maximum bei 3350 Å, das durch die Grundgitterabsorption bedingt ist. Bei höheren Spannungen kann eine zweite Sättigung auftreten, die von den Kristalldimensionen abhängt, wobei ein Photostrom auch für $\lambda > \lambda_{\text{Bandabstand}}$ beobachtet werden kann. Zudem erhält man eine sehr starke Ausleuchtung mit gelbem oder rotem Licht. Die Spannungsverteilung über den Kristall hängt stark von der angelegten Spannung ab. Für kleine Spannungen findet man einen sehr scharfen Abfall an der Anode. Diese Resultate werden durch interne Polarisierungseffekte im ZnS erklärt.

W. RUPPEL (Laboratories RCA Ltd., Zürich): *Bestimmung der Haftstellentiefe in ZnS-Einkristallen durch raumladungsbegrenzte Ströme.*

Der Dunkelstrom durch sehr reine dünne ZnS-Einkristalle in Abhängigkeit von der Feldstärke zeigt drei Gebiete: Bei kleinen Feldern hängt der Strom linear vom Feld ab. Bei ungefähr 10^4 Volt/cm steigt der Strom um mehrere Zehnerpotenzen steil an. Bei noch stärkeren Feldern wächst der Strom mit dem Quadrat der Feldstärke. Nach von Rose und Lampert entwickelten theoretischen Vorstellungen ist der steile Stromanstieg durch das Auffüllen eines an der Quasi-Fermi-Kante der Elektronen gelegenen Haftstellenniveaus mit aus der Kathode injizierten Überschusselektronen bedingt. Der quadratische Strombereich kennzeichnet das Auffüllen von Haftstellen oberhalb der Quasi-Fermi-Kante. Aus der Spannung, bei der der steile Stromanstieg einsetzt, aus der Steigung des steilen Strombereichs und der absoluten Größe des Stromes im quadratischen Gebiet ergibt sich für die Haftstellenverteilung des untersuchten ZnS: Ein Haftstellenniveau von der Konzentration $2 \cdot 10^{13}/\text{cm}^3$ liegt 0,85 eV unter dem Leitungsband. Zwischen 0,85 eV und 0,65 eV beträgt die Haftstellenkonzentration pro Energiebereich kT im Mittel $2 \cdot 10^{12}/\text{cm}^3 kT$. Ferner können höchstens $2 \cdot 10^{14}/\text{cm}^3$ Haftstellen höher als 0,60 eV gelegen sein.

H. FINKENRATH (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Über den Einfluß freier Elektronen auf die optische Eigenabsorption von Kadmiumoxyd.*

An durch Kathodenzerstäubung gewonnenen CdO-Schichten wurden elektrische Leitfähigkeit, Halleffekt und optische Absorption gemessen. Wie beim InSb rückt die Absorptions-„kante“ mit zunehmender Elektronenkonzentration zu kürzeren Wellenlängen, da die unterhalb der Fermikante liegenden Leitungsband-Terme durch Elektronen besetzt sind. Eine befriedigende Erklärung des Absorptionsverlaufs ergibt sich nur unter Annahme einer beträchtlichen Unschärfe für die einzelnen Übergänge, die durch die kurze Lebensdauer der angeregten Zustände (aus Beweglichkeits- und Ultrarotmessungen abgeschätzt) nahegelegt wird. Die aus den optischen und elektrischen Messungen unabhängig berechneten Elektronenkonzentrationen zeigen brauchbare Übereinstimmung mit einem Wert $0,3 m_0$ für die effektive Elektronenmasse.

R. MATEJEC (Wiss.-Photograph. Labor. d. Agfa AG., Leverkusen): *Die Kinetik der Bildung und der Rekombination von Frenkelfehlstellen in Halogensilberkristallen.*

Es wird berichtet über ein theoretisches Näherungsmodell der Bildungs- und Rekombinationskinetik von Frenkelfehlstellen in Halogensilberkristallen. Die Rechnungen beschreiben das Einfrieren der Fehlordnung bei tiefen Temperaturen, die Möglichkeit, durch „Abschrecken“ eine hohe Fehlstellenkonzentration nach tiefen Temperaturen hinunterzuretten sowie die Fehlordnungszustände im Kristall bei einem Überschuß an Zwischengitter-Silberionen oder an Silberionenlücken (Majoritäts- und Minoritäts-Ladungsträger im Kristall). Die theoretischen Ergebnisse werden mit Experimenten verglichen. Unterschiede zwischen Frenkelscher und Schottkyscher Fehlordnung werden angedeutet.

E. JELTSCH (Deutsche Akad. d. Wiss. zu Berlin, Inst. f. Kristallphysik, Berlin-Adlershof): *Flache Elektronenfallen in AgCl-Kristallen.*

Neben den relativ tiefen Elektronenfallen, die das photochemische Geschehen im sichtbaren Spektralbereich in reinen und sensibilisierten AgCl-Kristallen bestimmen, spielen für die Elektrolumineszenz und für die elektrische Leitfähigkeit bei tiefen Temperaturen (zwischen 20 °K und 100 °K) flache Elektronenfallen eine wichtige Rolle. Über einige ihrer Eigenschaften wird berichtet und insbesondere versucht, aus der Möglichkeit Elektronen aus ihnen durch elektrische Felder oder thermische Anregung zu befreien, die Größenordnung der Tiefe dieser Fallen abzuschätzen.

Verschiedene Fachgebiete

H. KRAMER und F. HUFNAGEL (Phys. Inst. d. Univ. Mainz): *Dielektrische Relaxation von Aminen.* (Vorgetr. v. H. Kramer)

Von früheren Autoren wurde bei Molekülen wie Anilin und Cyclohexylamin aus der mit Meterwellen gemessenen Absorption in verdünnten Lösungen eine kleinere Relaxationszeit errechnet, als bei Vergleich mit annähernd gleichgroßen starren Molekülen zu erwarten wäre. Diese Relaxationszeitverkleinerung bei primären Aminen wurde mit einer Rotation der NH_2 -Gruppe um die CN-Bindung in Verbindung gebracht, wodurch eine Einstellmöglichkeit mit verminderter Behinderung für den Dipol entsteht.

Durch Absorptionsmessungen mit Meterwellen und bei 1,5 und 0,7 cm Wellenlänge, d. h. in unmittelbarer Nähe des Absorptionsmaximums, an ver-

schiedenen primären Aminen wird jetzt dieser Effekt bestätigt. Aus der Form der Absorptionskurve läßt sich der Anteil, der zur Eigenbeweglichkeit der NH_2 -Gruppe gehört, von dem des Gesamtmoleküls abtrennen. Ein Vergleich der Relaxationsanteile zeigt ein sehr unterschiedliches Verhalten der Aminogruppe an aromatischen gegenüber aliphatischen Molekülen, das auch bei sekundären Aminen vom Typ R-NH-R beobachtet wird. Letztere werden zusammen mit Diphenylamin diskutiert, dessen jetzt gemessene stark verflachte Absorptionskurve zu der bekannten sehr kleinen Langwellenrelaxationszeit führt.

J. EULER (Zentral-Labor. d. Accumulatoren-Fabrik AG., Frankfurt/M.): Über die Stromverteilung in porösen Elektroden.

Für die Stromverteilung in einer porösen Elektrode sind die spezifischen Leitfähigkeiten für Ionen und Elektronen sowie die Polarisation der arbeitenden Elektrodenschichten maßgebend. Die Leitfähigkeiten sind vom Strom unabhängig, die Polarisation folgt einer empirisch gemessenen, logarithmischen Funktion. Die Stromverteilungen können in einfachen Fällen berechnet werden, in komplizierten Fällen sind Messungen an Modellen vorzuziehen. Zum Vergleich werden Impedanzmessungen an porösen Elektroden herangezogen.

I. DIETRICH (Werkstoff-Hauptlabor. d. Siemens & Halske AG, Karlsruhe): Zu den Vorgängen beim Öffnen elektrischer Kontakte in Stromkreisen mit kleiner EMK und kleiner Induktivität.

Bekanntlich entsteht beim Auseinanderziehen metallischer Kontakte unter Strom kurz vor dem Öffnen eine flüssige Brücke, deren Temperatur aus dem Spannungsabfall bestimmt werden kann. Nach oszillographischen Messungen liegt die Spannung beim Abreißen der Brücke über der, die der Siedetemperatur des Kontaktmaterials entspricht. Es wird angenommen, daß durch die große Stromdichte in der Brücke eine Druckerhöhung infolge des Pinch-Effektes auftritt, wodurch der Siedepunkt heraufgesetzt wird. Direkt nach dem Abreißen der Brücke befindet sich daher im Kontaktspalt bereits hochverdichteter Metaldampf, in dem der Bogen zünden kann, der wahrscheinlich nach dem von Engel und Robson beschriebenen Mechanismus unterhalten wird. Hiernach verursacht der Aufprall angeregter Atome die Elektronenemission aus der Kathode. Die niedrige Bogenspannung, die für den kurzen Bogen (Bogendauer $\sim 10^{-7}$ s) bei 10 Volt liegt, könnte durch diesen Mechanismus erklärt werden.

W. RIEZLER und K. KOPITZKI (Inst. f. Strahlen- und Kernphysik d. Univ. Bonn): Messungen der Kathodenzerstäubung von Metallen. (Vorgetr. von K. Kopitzki)

Mit Edelgas-Ionen einer Energie bis zu 50 keV wurde die Kathodenzerstäubung verschiedener Metalle untersucht. Die Menge der zerstäubten Substanz sowie deren Winkelverteilung in Abhängigkeit von der Ionenenergie wurde aus der optischen Absorption der auf Träger aufgestäubten Schichten gemessen.

E. DEEG (Max-Planck-Inst. f. Silikatforschung, Würzburg): Berechnung der Temperaturverteilung in zylindrischen, n-fach geschichteten Medien unter Berücksichtigung äußerer Wärmeleitung und auf der äußeren Begrenzung gegenüber willkürlicher Temperatur-Zeitfunktion.

Eine allgemeine Methode zur Berechnung der Temperaturverteilung in geschichteten Systemen bei Vorliegen verschiedener Rand- und Anfangs-

bedingungen wird beschrieben. Die Ortsfunktionen des Separationsansatzes gehorchen einer erweiterten Orthogonalitätsrelation, in die die thermischen Kennzahlen der Einzelschichten eingehen. Als Anwendungsbeispiel wird die sich in Glasformen während der maschinellen Herstellung von Hohlglas einstellende Temperaturverteilung besprochen.

J. VOITLÄNDER (Phys.-Chem. Inst. d. Univ. München): *Elektronenresonanzuntersuchungen an metallorganischen Komplexen im X- u. K-Band.*

Es wurden die metallorganischen Komplexe Vanadium-, Chrom-, Nickel-, Kobalt-Dicyclopentadienyl mittels Elektronenresonanz im K- und X-Band untersucht. Mit Ausnahme der Kobaltverbindung wurde bei allen Komplexen ein Resonanzspektrum gefunden. Bei der Vanadiumverbindung findet man nur bei Abkühlung bis zur Temperatur des flüssigen Stickstoffs einen Resonanzeffekt. Mit Hilfe der gefundenen g -Faktoren werden Schlüsse hinsichtlich der chemischen Bindungsstruktur gezogen. Ebenfalls von uns durchgeführte Messungen der reinen Quadrupolresonanzfrequenzen von diamagnetischen Komplexen desselben Typs werden zur Bindungsdeutung herangezogen.

G. VOIGTLÄNDER-TETZNER (Leybold-Hochvakuum-Anlagen GmbH, Köln-Bayenthal): *Die Bestimmung der radialen Elektroneneigenfunktionen aus dem Röntgendiagramm.*

Die nach der Methode des self-consistent field von Hartree und Fock numerisch errechneten radialen Eigenfunktionen lassen sich durch effektive Eigenfunktionen

$$R_i(r) = \sum A_{ik} r^{p_{ik}} (e^{-\beta_{ik}r} - e^{-2\beta_{ik}r})$$

mit ganz bestimmten Werten A , p und β für jeden Wert des Kernabstandes r darstellen. Unterwirft man die experimentell aus dem Röntgendiagramm erhaltene Atomformfaktorkurve einer Gaußanalyse, so kann man den Atomformfaktor durch ebensoviele Gaußkurven darstellen, als Elektronenschalen im Atom oder Ion vorhanden sind. Nach Fourier-Transformation ergibt sich die Elektronendichteverteilung ebenfalls als Summe gleich vieler Gaußkurven. Man nähert diese Gaußkurven durch die oben genannten Funktionen $R(r)$ mit unbestimmten Parametern A , p , β . Dann lassen sich die Parameter nach der Methode der kleinsten Fehlerquadrate bestimmen. Bei Anwendung auf das Cl⁻-Ion nach Messungen von Renninger an NaCl bei 20 °K findet man Übereinstimmung von Theorie und Experiment innerhalb der Fehlerbreite.

E. GROSCHWITZ (Siemens & Halske AG., Wernerwerk f. Bauelemente, München): *Zur Theorie des Masers.*

Aus dem Problemkreis des Masers werden einige bisher noch nicht behandelte Fragen untersucht und an theoretischen Modellen diskutiert, die sich zum Teil auf Vorgänge in einem Festkörper, teils auf Molekül-Maser beziehen. — Zunächst wird allgemein das Problem der Kohärenz genauer untersucht. Bei der induzierten Emission eines quantenmechanischen Systems, dessen Energieschema mit einem Mikrowellenfeld resonanzfähig ist, setzt sich die Gesamtstrahlung infolge der endlichen Breite der Energieniveaus aus einzelnen Wellenzügen von endlicher Länge zusammen. Es wird deshalb ein System betrachtet, dessen induzierendes Störpektrum aus einer endlichen Gesamtheit verschiedener Schwingungskomponenten besteht. In dem simultanen Differentialgleichungssystem der Wahrscheinlichkeitsamplituden für Emissions- und Absorptionsprozesse treten dann charakteristische Interferenzanteile auf, welche die Übergangswahrscheinlichkeiten und so-

mit die Leistung beeinflussen. Die Bedingung der Kohärenz ist an die Art der Verteilung der Phasendifferenzen geknüpft. Man erhält verschiedene Modelle, d. h. Differentialgleichungstypen, je nach dem zeitlichen Verhalten der Phasenbeziehungen. — Ferner wird die Frage der Breite der Energieniveaus diskutiert und ein Modell untersucht, bei dem das Termschema durch ein quasikontinuierliches Energieband ergänzt wird. Das Masermodell wird hierbei durch die Wahl der Zustandsdichte bestimmt. Es werden Realisierungsmöglichkeiten für ein solches Modell in Halbleitern in Betracht gezogen. — Schließlich wird die Möglichkeit der Mitwirkung beweglicher Ladungsträger diskutiert. — In einer Fortsetzung dieser Arbeit werden die Austauschwechselwirkung und spezielle Kopplungen des Systems berücksichtigt.

J. KÖLBEL und C. FAHL (Inst. f. Theor. Physik, TH Hannover): *Anfachung von Plasmaschwingungen durch Stoßwellen. Ausstrahlung von Plasmaschwingungen bei Abwesenheit eines überlagerten Strömungs- und Magnetfeldes.* (Vorgetr. von R. W. Larenz)

Zwischen den Gebieten vor und hinter der Front einer Plasmastößwelle besteht eine durch die Mach-Zahl gegebene Potentialdifferenz, die durch Ladungstrennung aufrecht erhalten wird. Im Grenzfall kleiner Ladungstrennung läßt sich die Struktur der Front leicht ermitteln. Dabei zeigt sich, daß im Gebiet des steilsten Dichteanstiegs Plasmaschwingungsinstabilität besteht und damit die Front überhaupt instabil wird, wenn die Mach-Zahl eine gewisse Grenze überschreitet.

Bei Abwesenheit eines überlagerten Strömungs- und Magnetfeldes besteht zwischen Plasmaschwingungen und elektromagnetischen Wellen nur eine sehr schwache, nichtlineare Kopplung, die auch dann nur von Null verschieden ist, wenn die Struktur der Plasmaschwingung von gewissen einfachen Schwingungstypen abweicht. Trotz der Nichtlinearität läßt sich das Problem mit Hilfe linearer Differentialgleichungen behandeln, wobei man Ausstrahlung der doppelten Plasmafrequenz erhält, was für die Radioastronomie bedeutsam ist.

CHR. v. HAZA-RADLITZ (Zentral-Labor. d. Siemens & Halske AG., München): *Kompensation des Frequenzganges nichtreziproker Ferritphasenschieber.*

In der Mikrowellentechnik werden nichtreziproke Ferritphasenschieber (z. B. Gyratoren) als Bauteile für Richtungsgabeln verwendet. Dabei ist es notwendig, daß die nichtreziproke Phasenschiebung in einem vorgegebenen Frequenzband nahezu konstant ist.

Es werden Möglichkeiten erläutert, die es gestatten, den theoretisch zu erwartenden Frequenzgang in einem breiten Band zu kompensieren oder die Frequenzabhängigkeit umzukehren.

J. MICHEL (Physikal. Inst. Greifswald): *Untersuchungen an laufenden Schichten in Neon-Glimmentladungen.* (Vortrag ausgefallen).

Fachausschuß Gasentladungen

G. BOLDT (Inst. f. Experimentalphysik d. Univ. Kiel): *Die Elektronenaffinitätskontinua von Sauerstoff und Stickstoff.*

Das Sauerstoff- (bzw. Stickstoff)-Plasma wird in einem wandstabilisierten Kupferscheiben-Lichtbogen erzeugt. Die Intensität der von diesem Plas-

ma emittierten kontinuierlichen Strahlung wird in Abhängigkeit von Wellenlänge und Temperatur von 4300 bis 6300 AE und von 10500 bis 13000 °K absolut gemessen. Nach Abzug des rechnerisch ermittelten frei-frei-Kontinuums der positiven Ionen verbleibt ein Kontinuum, das sich aus dem Rekombinations- und dem „Minus“-Kontinuum der Atome zusammensetzt (wobei das „Minus“-Kontinuum sowohl das frei-frei-Kontinuum der Atome als auch das gegebenenfalls vorhandene Elektronenaffinitätskontinuum enthält). Es gelingt, diese beiden Anteile voneinander zu trennen und das erhaltene „Minus“-Kontinuum zum weitaus überwiegenden Teil als Elektronenaffinitätskontinuum zu deuten. Die auf ein Atom bzw. ein einfach negativ geladenes Ion pro cm^3 bezogenen Absorptionskoeffizienten des Rekombinations- und des Elektronenaffinitätskontinuums werden angegeben. Der Koeffizient des Elektronenaffinitätskontinuums ist in dem genannten Wellenlängen- und Temperaturbereich bei Sauerstoff und Stickstoff um etwa fünf Zehnerpotenzen größer als der des Rekombinationskontinuums. Die Intensitäten der beiden Anteile sind in den untersuchten Plasmen (1 atm Gesamtdruck) von gleicher Größenordnung.

A. BAUER (Osram-Studiengesellsch., Augsburg und P. SCHULZ (Lichttechn. Inst. d. TH Karlsruhe): *Eingeengte Hochdruckentladungen hoher Stromdichte.*

An einem mit zwei Sonden versehenen wassergekühlten Quarzentladungsröhr von 1,5 mm Durchmesser wurden Entladungen durch Xenon bei Drucken von 25 bis 45 Atm untersucht. Um zu hohen spezifischen Leistungsaufnahmen zu gelangen, wurde die Entladung von geringer Stromstärke in Zeiten von 1/10 s auf eine maximale Stromstärke von 30 A hochgefahren und gleichzeitig am Schleifenoszillographen Strom, Lampenspannung und Lichtstärke gemessen. Der Gradient der Säule wurde aus der Differenz der Sondenspannungen, die mit einem Kathodenstrahloszillographen aufgezeichnet wurden, erhalten. Die Bogen Temperaturen wurden sowohl aus der elektrischen Leitfähigkeit als auch aus der Strahldichte des Kontinuums bestimmt.

W. HEINTZ (Phys.-Technische Bundesanstalt, Braunschweig): *Untersuchung des Spektrums periodischer Entladungen.*

Ein Kondensator entlädt sich über eine (negative) Spitze gegenüber einer geerdeten Platte in periodischen Trichel-Impulsen. Das Fourier-Spektrum des Entladungsstromes wurde im Bereich 0,15 bis 6 MHz in Abhängigkeit von der Frequenz gemessen. Hierbei ergab sich ein exponentieller Abfall mit der Wurzel aus der Frequenz. Das Spektrum gibt Aufschluß über den Vorgang der Gasentladung. Die Anordnung ist als ein Funk-Störspannungselement anzusehen.

H. MUNTENBRUCH (Inst. f. Experimentalphysik d. Univ. Kiel): *Die Schülersche Hohlkathode als Lichtquelle für Starkeffektuntersuchungen und Hilfsmittel bei der Termanalyse von Zink.*

Bei zweckmäßiger Formung der Kathodenfront lassen sich in einer Schülerschen Hohlkathodenanordnung im Kathodenfall Feldstärken von ca. 50 kV/cm erzielen. Trotzdem ist die Trennung der verschobenen Linien in Komponenten bei dieser abgewandelten Lo-Surdo-Anordnung anscheinend prinzipiell nicht möglich. Die Feldstärke selbst läßt sich in einfacher Weise berechnen. Da die L-Auswahlregel durchbrochen ist, können Linien beobachtet werden, die die Bestimmung von bisher unbekannten F-, G-, H-, J-Termen ermöglichen. Die Identifikation der Linien wird durch die Verschiebung im inhomogenen Feld erleichtert.

E. HINRICHS und R. WIENECKE (Inst. f. Experimentalphysik d. Univ. Kiel): *Potentialverteilung in einem Hochstromkohlebogen.* (Vorgetr. von R. Wienecke)

Bei einem Hochstromkohlebogen findet man bis zu einem Strom von 300 Amp. eine fallende Charakteristik, die zu höheren Strömen nach Durchlaufen eines flachen Minimums wieder ansteigt. Dieser Wiederanstieg wird auf die bei einem Strom von ca. 400 A beginnende Sublimation des Kathodenmaterials zurückgeführt. Sondenmessungen der Potentialverteilung im Bogen zeigen, daß der den Wiederanstieg der Charakteristik bedingte zusätzliche Brennspannungsanteil in Kathodennähe abfällt. Eine energetische Abschätzung der für die Sublimation, Aufheizung und Beschleunigung notwendigen Leistung stimmt gut mit der durch Extrapolation aus der Charakteristik ermittelten Zusatzleistung $\Delta U_b I$ überein.

G. AHSMANN: *Impedanzmessungen an Glimmentladungen in Edelgasgemischen.*

B. GÄNGER: *Messung von Funkenverzügen bei hohen Spannungen unter Verwendung von Spannungsteilern.*

Fachvorträge für Physiklehrer

F. BOPP (München): *Elementarteilchen und die Atome der Alten, eine philosophische Antizipation und ihre Berichtigung durch ihre Erfahrung.*

O. MADELUNG (Erlangen): *Neues aus der Festkörperphysik.*

W. MEYER-EPPLER (Bonn): *Probleme und Ergebnisse der modernen Akustik.*

Mitgliederversammlung des Verbandes Deutscher Physikalischer
Gesellschaften e.V.

Im Hörsaal A des Hauses der Technik fand die Mitgliederversammlung des Verbandes 1958 statt. Herr *Trendelenburg* eröffnete um 9²⁰ Uhr die Sitzung und stellt die Beschlußfähigkeit der von 242 Mitgliedern besuchten Versammlung fest. Am 1. Oktober 1958 betrug die Mitgliederzahl des Verbandes 3 124.

Der Verband trauert um seine im Laufe des letzten Jahres verstorbenen Mitglieder:

G. *Besemer*, Berlin-Steglitz; A. *Bestelmeyer*, Heidelberg; E. E. *Falkenthal*, Berlin-Dahlem; J. H. *Hartmann*, Erlangen; W. *Hüter*, Berlin-Charlottenburg 2; E. *Houdremont*, Essen; E. *Kersting*, Wipperfürth; A. *Meißner*, Berlin-Dahlem; F. A. *Paneth*, Mainz; W. *Petzke*, München-Waldperlach; H. *Rukop*, Ulm; A. *Scheibe*, Braunschweig; G. *Zickner*, Braunschweig.

Die Tagesordnung hatte 9 Punkte:

1. Eröffnung und Totengedenken
2. Jahresbericht
3. Kassenbericht und Entlastung
4. Haushaltsplan 1958/59
5. Neuwahlen
6. Anträge der Einzelgesellschaften zur Atomfrage
7. Fachausschüsse und Kommissionen (Bericht und Neugründung)
8. Zeitschriften (Physikalische Berichte, Physikalische Verhandlungen, Verbandsausgabe, etwaige Mitwirkung an weiteren Zeitschriften)
9. Verschiedenes (u. a. Zusammenarbeit des Verbandes mit anderen Gesellschaften)

Der Jahresbericht war diesmal mit dem Tagungsprogramm allen Mitgliedern zugegangen. Zusätzliche Bemerkungen wurden in der Mitgliederversammlung nicht mehr gemacht. Herr *Trendelenburg* teilte mit, daß der Vorstandsrat als nächstjährigen Tagungsort Berlin vorgesehen hat. Der Termin sei noch freibleibend, aber für Mitte Oktober vorgesehen.

Ferner legte der Vorstandsrat eine Entschließung für die Ausrüstung der Institute vor, die einstimmig von der Mitgliederversammlung gebilligt wurde. Die Entschließung lautet:

„Der Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften bittet eindringlichst die Parlamente und die Regierungen, die Mittel zur Verfügung zu stellen, welche erforderlich sind, um unsere Hochschulen endlich in die Lage zu versetzen, den dringend benötigten physikalischen Nachwuchs gründlich auszubilden und in die Forschungsarbeit einzuführen.

Eine wesentliche Vermehrung der Zahl der Institute und der Hochschullehrer ist eine nicht mehr länger aufschiebbare Notwendigkeit.

Der Verband stellt seine Beratung zur Verfügung.

Essen, 5. Oktober 1958.“

Der Schatzmeister, Herr W. *Meyer*, Berlin, gab den Kassenbericht. Der Haushalt war mit DM 73 084,57 ausgeglichen. Auf Antrag der Kassenprüfer wurde dem Schatzmeister und dem Vorstandsrat Entlastung erteilt. Die Mitgliederbeiträge sollen die gleichen wie im vorigen Jahr bleiben.

Es wird auch an dieser Stelle bedauert, daß der diesjährige Träger der Max-Planck-Medaille, Herr *Pauli*, Zürich, nicht erscheinen konnte.

Als Kassenprüfer werden die Herren *Greiner*, *Lompe* und *Nelkowski*, Berlin, gewählt.

Zur Atomfrage werden folgende zwei Entschlüsse angenommen:

I. Essener Entschliebung

Die fortschreitende Entwicklung von nuklearen Waffen und Massenvernichtungsmitteln aller Art, die vielfach ohne die tätige Mitwirkung von Physikern nicht möglich ist, führt dazu, daß von jedem Mitglied des Verbandes Deutscher Physikalischer Gesellschaften Entscheidungen gefordert werden können, die mehr als sonst nur unter der in der Verbandsatzung festgelegten Verpflichtung getroffen werden können, „sich dessen bewußt zu sein, daß die in der Wissenschaft Tätigen für die Gestaltung des gesamten menschlichen Lebens in besonders hohem Maße mitverantwortlich sind“. Der Verband kann zwar keine bindende Entscheidung seiner Mitglieder für jede Einzelsituation festlegen; der Verband hat aber bereits erklärt, daß er nach besten Kräften ein Mitglied unterstützen will, wenn dem Mitglied als Konsequenz einer Weigerung aufgrund einer Gewissensentscheidung im Sinne der Wiesbadener Entschlüsse vom 25. 9. 55 Nachteile entstehen. —

Daher setzt der Verband einen ständigen Ausschuß ein, dessen Aufgabe es ist:

Die Öffentlichkeit ebenso wie die Gesamtheit der Physiker über die Gefahren der nuklearen Waffen und der Massenvernichtungsmittel aufzuklären,

die Interessen der dem Verband angeschlossenen Mitglieder in den an sie herangetragenen Entscheidungen unverzüglich wahrzunehmen,

jedem Mitglied in Konfliktsituationen, die aus der in Paragraph 2 der Satzung formulierten Verpflichtung entspringen, mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

Essen, 5. Oktober 1958

II. Essener Entschliebung

Die Gefahren der weiterschreitenden allseitigen Aufrüstung mit Kernwaffen erfüllen die deutschen Physiker mit tiefer Besorgnis. Der Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften wendet sich deshalb erneut an die Öffentlichkeit mit der Feststellung, daß der kriegerische Einsatz dieser Waffen das Ende von Millionen Menschen und mörderische Verheerungen durch radioaktive Verseuchung unausweichlich nach sich ziehen wird.

Die Physiker, welche ihre Arbeit zum Wohl der Menschheit angewandt sehen wollen, wiederholen frühere Warnungen vor den Folgen des frevelhaften Mißbrauchs ihrer Forschungsergebnisse. Sie weisen mit allem Nachdruck darauf hin, daß nukleare Waffen Mittel allgemeiner völkervernichtender Zerstörung sind, deren Gebrauch auch nicht beteiligte Völker den Schrecken des Strahlungstodes aussetzt.

Namens der 3000 von ihm vertretenen Physiker richtet deshalb der Verband Deutscher Physikalischer Gesellschaften

ten nochmals an die Öffentlichkeit, insbesondere an die politisch Verantwortlichen in allen Regierungen und allen Parlamenten den dringenden Appell, die Bemühungen um friedliche Verständigung zwischen den Völkern mit allen Kräften und unablässig zu verstärken und das atomare Wettrüsten einschließlich der Kernwaffenversuche endlich einzustellen.

Essen, 5. Oktober 1958

Für die Mitarbeit an dem in der I. Essener Entschließung vorgesehenen „Ständigen Ausschuß“ haben sich bereit erklärt: Herr Joos (als Vorsitzender), Herr Kroebel und Frau von Simson. Ferner hat der Vorstandsrat beschlossen, daß in diesen Ausschuß noch je ein Mitglied einer Einzelgesellschaft entsandt werden soll.

Es folgt eine Diskussion über die Ausschüsse des Verbandes und über Zeitschriften, an denen er mitwirkt.

Die Schulkommission, die in mühevoller Arbeit ihre Aufgabe erfüllt hat, wird auf Antrag ihres Obmannes, Herrn K. Hahn, Gießen, aufgelöst. Der Verband ist Herrn Hahn für die von ihm geleistete Arbeit zu besonderem Dank verpflichtet. Er hat auch am Zustandekommen der Denkschrift „Bildungsauftrag und Bildungspläne der Gymnasien“ wesentlich mitgewirkt.

Es wurde ein neuer Ausschuß für Nachwuchsfragen in Lehre, Forschung und Technik eingerichtet, dessen Vorsitz Herr Kroebel übernommen hat.

Die Physikalischen Berichte sind ein gesamtdeutsches Vorhaben. Es wird nochmals hervorgehoben, wie wichtig es ist, diese Zeitschrift durch Abonnieren zu unterstützen. Die Zahl der Abonnenten kann aber kein Maßstab für die Verbreitung der Physikalischen Berichte sein, da mit Sicherheit die Zahl der Leser um ein beträchtliches höher ist.

Die Physikalischen Berichte dienen auch wesentlich dem physikalischen Nachwuchs.

Unter „Verschiedenes“ wird noch über assoziierte Gesellschaften, über Fortbildungstagungen und über die äußere Gestaltung der zusammenfassenden Vorträge im Hinblick auf Akustik und Gestaltung der Diapositive gesprochen.

Herr Trendelenburg schließt um 11²⁰ Uhr die Mitgliederversammlung mit dem Dank an alle, die zum Gelingen der Essener Tagung beigetragen haben und die dem Verband durch tätige Mitarbeit halfen.

Braunschweig, den 24. Oktober 1958

H. Ebert

MONTAG, DER 6. OKTOBER 1958

Vormittag

5. E. HOUDREMONT (†): *Physikalische Grundlagen der Stahlerzeugung.* (Vorgetr. von H. Krisement)

6. L. NEEL (Lab. d'Electrostatique et de Phys. du Metal, Grenoble): *Probleme des Magnetismus.*

7. P. AIGRAIN: *Halbleiter-Probleme.*

8. J. JAUMANN (Köln): *Neuere Ergebnisse der Ultrarotspektroskopie von Festkörpern.*

Fachausschuß Halbleiter

F. MATOSSI (Inst. f. Elektrowerkstoffe d. Univ. Freiburg i. Br.): Ultrarot-absorption von p- und n-leitendem Indiumarsenid.

In p-leitendem InAs wird ein Absorptionsmaximum bei etwa 0,17 eV gefunden, das auf Übergängen zwischen dem „leichten“ und „schweren“ Löcherband beruht. Aus der Temperaturabhängigkeit von Intensität und Lage dieses Maximums werden quantitative Rückschlüsse auf die Struktur des Valenzbands gezogen. Das Maximum fehlt in n-leitendem InAs. Der Verlauf des Absorptionskoeffizienten nahe der Absorptionskante wird durch Exponentialfunktionen beschrieben, die nach *Dexter* mittels des Verlaufes des Potentials im Grund- und angeregten Zustand als Funktion einer Konfigurationskoordinate gedeutet werden.

F. OSWALD (Forschungslaboratorium der Siemens-Schuckertwerke AG Erlangen): Optische Messungen an halbleitenden Verbindungen des Typus $\text{In}(\text{As}_y\text{P}_{1-y})$.

Aus Durchlässigkeits- und Reflexionsmessungen an der Mischkristallreihe $\text{In}(\text{As}_y\text{P}_{1-y})$ $0 \leq y \leq 1$ im Spektralbereich von 1 bis 35 μ werden die Absorptionskonstanten und Brechungsindizes bestimmt. Für den aus der Lage der Absorptionskante ermittelten Bandabstand ΔE ergibt sich dabei eine lineare Abhängigkeit sowohl von der Zusammensetzung (in Atomprozenten) als auch von der Temperatur. Aus der im mittleren Spektralbereich durch freie Ladungsträger hervorgerufenen kontinuierlichen Absorption werden die effektiven Elektronenmassen berechnet. Die Schwingungen des Kristallgitters verursachen temperaturabhängige Absorptionen im langwelligen Bereich. Die Frequenzlage der Grundschwingung ergibt sich angenähert aus der durch ein Reflexionsmaximum charakterisierten Reststrahlungsfrequenz und ermöglicht die Abschätzung des polaren Anteils der Bindung.

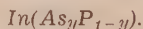
U. BIRKHOLZ (Labor d. Zentralverwaltung d. Siemens-Schuckertwerke, Nürnberg): Halbleiterthermoelemente aus den Systemen



An Präparaten der intermetallischen Verbindung Bi_2Te_3 sowie der festen Lösungen $\text{Bi}_{2-x}\text{Sb}_x\text{Te}_3$ und $\text{Bi}_2\text{Te}_{3-x}\text{Se}_x$ mit verschiedenen Ladungsträgerkonzentrationen wurden die thermoelektrischen Eigenschaften im Hinblick auf die Verwendung als Halbleiter-Thermoelemente gemessen. Insbesondere wurden die Thermospannung, die Beweglichkeit und die Wärmeleitfähigkeit durch Präzisionsmessungen bestimmt. Die selenhaltigen Mischkristalle sind als n-leitende Thermoelementschenkel, die antimonhaltigen dagegen als p-Schenkel geeignet.

Die experimentelle Erprobung erfolgte durch Bestimmung der maximalen Temperaturdifferenz im Vakuum. In guter Übereinstimmung mit der Theorie konnte eine Peltierabkühlung von + 85 auf 0 °C erreicht werden.

H. WEISS (Forschungsinstit. d. Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen): Wärmeleitung und Thermospannung von Mischkristallen der Form



Bei dem Übergang von InAs zu InP wächst die Bandbreite monoton, die Elektronenbeweglichkeit nimmt monoton ab. Aus Messungen der differen-

tiellen Thermospannung ergibt sich, daß die effektive Elektronenmasse ebenfalls mit der Bandbreite wächst. Die Wärmeleitung dagegen läuft zwischen $\gamma = 0,8$ und $\gamma = 0,4$ durch ein Minimum.

E. GREMMELMAIER und H.-J. HENKEL (Forschungsinst. d. Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen): *Herstellung und Eigenschaften von p-n-Übergängen in InP, GaAs und AlSb.* (Vorgetr. von H.-J. Henkel)

In InP, GaAs und AlSb wurden p-n-Übergänge durch Legieren und durch Diffusion hergestellt. Es zeigt sich, daß der Legierungsprozeß ähnlich wie bei Germanium und Silizium durchgeführt werden kann. Die Diffusion erfolgt bei den Verbindungen InP und GaAs, deren eine Komponente in der Nähe des Schmelzpunktes der Verbindungen einen hohen Dampfdruck aufweist, am zweckmäßigsten aus der Gasphase.

Die Kennlinien der p-n-Übergänge wurden gemessen und mit der Theorie von Sah, Noyce und Shockley verglichen. Es zeigt sich, daß infolge der kurzen Lebensdauer der Minoritätsträger und der großen Breite der verbotenen Zone der Strom über den p-n-Übergang im wesentlichen durch die Rekombination im Raumladungsgebiet bestimmt wird.

H. DORENDORF (Wernerwerk f. Bauelemente d. Siemens & Halske AG., München): *Über Untersuchungen an p-n-Übergängen mit verschiedener Dichte der Rekombinationszentren in Germanium.*

Aus der Schmelze gezogene p-n-Stäbchen aus Germanium werden durch nachträgliche Eindiffusion von Nickel mit Rekombinationszentren versehen. Die Eigenschaften dieser p-n-Übergänge (Lebensdauer, Sperrstrom, Photostrom) werden als Funktion der Rekombinationszentren-Dichte gemessen. Nach Berechnungen von Clarke werden die nach der Theorie von Shockley und Read zu erwartenden Lebensdauern ermittelt und mit den gemessenen Werten verglichen.

A. GÖTZBERGER (Wernerwerk f. Bauelemente d. Siemens & Halske AG., München): *Die Spannungsabhängigkeit von $I_{C_0}^*$ und I'_{C_0} bei legierten Transistoren.*

Es wurde der Verlauf von I'_{C_0} (Sperrstrom Kollektor/Emitter bei offener Basis) und $I_{C_0}^*$ (Sperrstrom Kollektor/Basis, wobei Emitter und Basis kurzgeschlossen sind) mit der Kollektorspannung aus der Variation der Basisdicke abgeleitet. Dabei werden insbesondere die Verhältnisse bei Annäherung an die Punch-through-Spannung betrachtet. Der Spannungsdurchschlag sowie die Verwendung von I'_{C_0} und $I_{C_0}^*$ zur Feststellung des Punch-through werden diskutiert. Es wird eine Möglichkeit angegeben, aus dem Verlauf des I'_{C_0} Rückschlüsse auf die Ebenheit der Legierung und damit auf die Betriebssicherheit der Transistoren zu ziehen.

M. POLKE, G. STORCH und F. STÖCKMANN (Phys. Inst. d. TH Darmstadt): *Raumladungsbegrenzte Photoströme in Selen.* (Vorgetr. von F. Stöckmann)

Aufgrund allgemeiner Überlegungen über das Verhalten von Photoströmen in starken elektrischen Feldern war zu erwarten, daß Photoströme in Se und ähnlichen Halbleitern nach einem bislang nicht untersuchten Me-

chanismus gesättigt werden können, bei dem der zunächst Ohmsche Anstieg durch die Entstehung von Raumladungen begrenzt wird. Messungen, die daraufhin an dünnen Se-Schichten mit Ohmschen Te-Elektroden durchgeführt wurden, ergaben tatsächlich Sättigungsströme. Der Verstärkungsfaktor, das ist die scheinbare Quantenausbeute, ist bei Zimmertemperatur von der Größenordnung 10 und bei tiefer Temperatur beträchtlich größer. Diese Verstärkungsfaktoren sind aber um Größenordnungen kleiner, als aufgrund einfacher theoretischer Modellvorstellungen erwartet. Vielleicht läßt sich diese Diskrepanz durch Haftstellen erklären. Endgültig können jedoch erst weitere Untersuchungen darüber entscheiden, ob die Begrenzung durch Raumladungen die Ursache für die beobachteten Sättigungsströme ist.

F. KUHRT und H. J. LIPPMANN (Labor. d. Zentralverwaltung der Siemens-Schuckertwerke AG., Nürnberg): Zur Theorie des transversalen magnetischen Widerstandseffektes und des Hall-Effektes bei rechteckigen Halbleiterproben hoher Trägerbeweglichkeit. (Vorgetr. von H. J. Lippmann)

Die Widerstandserhöhung eines Elektronenleiters im transversalen Magnetfeld hat zwei Ursachen: Abnahme der Trägerbeweglichkeit (physikalischer Widerstandseffekt) und Ablenkung der Strombahnen (geometrischer Widerstandseffekt). Für rechteckige Halbleiterproben wird der Geometrieanteil der Widerstandserhöhung durch Lösung des Randwertproblems berechnet. Für den Widerstand im transversalen Magnetfeld erhält man einen Integralausdruck, der vom Seitenverhältnis a/b der rechteckigen Probe und vom Hall-Winkel abhängt. Durch Entwicklung des Integralausdrucks werden für den Widerstand einfache analytische Ausdrücke gewonnen. In analoger Weise wird der Geometrieinfluß auf den Hall-Effekt behandelt.

D. KOSSEL (Wissenschaftl. Abt. d. Ernst Leitz GmbH., Wetzlar): Gekoppelte optische Resonatoren als Modell für die Bändertheorie.

Interferenzfilter-System mit ihrer periodischen Struktur von Schichten abwechselnd hoher und niederer Brechzahl wirken als gekoppelte Resonatoren auf Lichtwellen ähnlich wie das periodische Potential eines Kristallgitters auf Elektronen. An solchen aufgedampften Schichtfolgen kann man mit Licht die dem eindimensionalen „Bändermodell“ analogen Erscheinungen beobachten und vorführen:

Das Auseinanderfächern der Atomniveaus beim Zusammenführen isolierter Atome, die Entwicklung verbotener und erlaubter Energiebänder beim Aufbau des Gitters, das Verbiegen von Energiebändern und Einwandern von Störniveaus in verbotene Bänder bei Gitterstörungen.

Fachausschuß Kernphysik

H. G. NÖLLER und H. J. MÜRTZ (Inst. f. Phys. Chemie d. Univ. Bonn): Trennung von Gasgemischen in einer Zirkularströmung.

Durch tangentialen Einlaß in ein Rohr wird eine Zirkularströmung erzeugt, in der sich — ähnlich wie in einer Zentrifuge — die leichte Komponente eines Gasgemisches in Achsennähe, die schwere am Rande ansammelt. Der Einfluß der Strömungsparameter (Geschwindigkeit, Druck, Reynoldszahl) auf den Trennfaktor wird diskutiert. Bisher wurden bei einer Durchflußmenge von 20 nl/min Trenngrade von $A = 2,5$ für das Gemisch 30 % H_2 , 70 % CO_2 und $A = 1,03$ für das natürliche Argonisotopengemisch gemessen.

L. A. KÖNIG und H. HINTENBERGER (Max-Planck-Inst. f. Chemie, Mainz): *Über den Verlauf der Bildfehlerkoeffizienten und der Linienbreite entlang der Photoplatte in den bestehenden Massenspektrographen mit Doppelfokussierung erster Ordnung für alle Massen.* (Vorgetr. von L. A. König)

Mit Hilfe früher abgeleiteter Formeln wird der Verlauf der Bildfehlerkoeffizienten für die bestehenden Massenspektrographen mit Doppelfokussierung erster Ordnung für alle Massen numerisch berechnet. Weiter wird ein Verfahren angegeben, mit dessen Hilfe aus den Bildfehlerkoeffizienten unter Berücksichtigung der Blendendaten die durch die Bildfehler verursachte Linienverbreiterung ermittelt werden kann. Ein durchgerechnetes Beispiel zeigt, daß im Falle ungleichmäßiger Blendenausleuchtung systematische Linienverschiebungen bei massenspektrographischen Dubletts auftreten können.

H. GEBAUER (Fa. Friescke u. Höpfner, Erlangen-Bruck): *Über die Bestimmung der optimalen Kathodendicken von GM-Zählrohren für Gammastrahlung.*

Die in der Literatur angegebene „Faustformel“, daß die Dicke einer Zählrohrkathode etwa gleich der maximalen Reichweite der in der Kathodenwand durch die Gammastrahlung erzeugten Sekundärelektronen sein soll, um optimale Ansprechempfindlichkeit der Zählrohre zu gewährleisten, wurde experimentell für Al, Fe, Cu, Ms 60 und Pb nachgeprüft. Als Gammastrahlenquelle diente Co^{60} . Die Versuche haben gezeigt, daß die experimentellen Werte mit den theoretischen Werten nach der Faustformel nur für Al gut übereinstimmen. Für die optimale Kathodendicke ergibt sich die Gleichung

$$d_{\text{opt}} = 3,0/Z^{1.14} \text{ in cm für } \text{C}_0^{60}$$

wobei Z die Ordnungszahl des Kathodenmaterials bedeutet. Der Versuchsaufbau und die Meßergebnisse wurden näher diskutiert.

G. WAECHTER (Fa. Friescke u. Höpfner, Erlangen-Bruck): *Gesichtspunkte bei der Fertigung von BF_3 -Zählrohren.*

Beim Bau eines BF_3 -Zählrohres zum Nachweis thermischer Neutronen sind folgende Gesichtspunkte zu berücksichtigen: Das Kathodenmaterial muß resistent sein gegenüber der korrodierenden Wirkung des BF_3 und darf keine zu große Aktivierung erfahren. Die Reinheit des Füllgases wirkt sich in hohem Maße auf die Zähleigenschaften des Rohres aus. Die Abmessungen des Rohres und der Fülldruck bestimmen die Form der mit dem Rohr gemessenen Impulshöhenverteilung.

W. KLEIN (Fa. Friescke u. Höpfner, Erlangen-Bruck): *Ein serienmäßiger Dreikanal-Koinzidenz-Antikoinzidenz-Verstärker.*

Das Gerät hat 3 gleiche Eingänge, aus denen auch die Speisespannungen von +250 V stab. und 6,3 V ~ Heizung für anzuschließende Detektoren mit Kathodenfolgern entnommen werden. Die Hochspannung für die Detektoren wird nicht im Koinzidenz-Antikoinzidenzgerät selbst erzeugt, sondern vom anzuschließenden Zählgerät eingeschleift oder von außen zugeführt. Auf jede Eingangsdose folgt ein Verstärker mit einstellbarem (grob und fein) Verstärkungsfaktor. Der max. Verstärkungsfaktor ist 10^4 , dies entspricht einer höchsten Eingangsempfindlichkeit von 1 mV. Alle nachgeschalteten Bauteile sind stöpselbar, so daß sich beliebige Kombinationen von Koinzidenz und Antikoinzidenz mit 2 oder 3 Kanälen stöpseln lassen, ohne daß die Detektoren selbst abgeschaltet werden brauchen. Da die meisten Detektoren

Dreiecksimpulse liefern, für Dreiecksimpulse jedoch das Koinzidenzauflösungsvermögen schlecht zu definieren ist, folgen auf die 3 Verstärker 3 Impulsformer, die positive und negative Rechteckimpulse definierter Amplitude und einstellbarer Breite liefern. Damit läßt sich das Koinzidenzauflösungsvermögen einstellen, es beträgt $\max. 2 \cdot 10^{-7}$ s. Einer der 3 Impulsformer hat die kontinuierlich einstellbare Verzögerung zwischen $0,3 \mu\text{s}$ und $4 \mu\text{s}$, so daß dadurch Laufzeitunterschiede ausgeglichen werden können, die durch zusätzliche, in einem Kanal eingeschleifte Geräte, wie z. B. Impulshöhenanalysatoren usw. entstehen. Die nächste Einheit enthält 2 umschaltbare Koinzidenz-Antikoinzidenzstufen mit nachgeschaltetem Amplitudendiskriminator und die letzte Einheit, die auch den verzögerten Impulsformer enthält, trägt die beiden Ausgangsdiskriminatoren zur Speisung zweier Zählgeräte, die damit also an jede beliebige Stelle innerhalb der Schaltung zur Zählung der Impulsrate angeschaltet werden können.

B.-A. BRANDT und U. CAPPELLER (Phys. Inst. d. Univ. Marburg): *Ein schnellarbeitender Mehrkanaldiskriminator für Vielfachkoinzidenzuntersuchungen.* (Vorgetr. von B.-A. Brandt)

Für Vielfachkoinzidenzuntersuchungen werden schnellarbeitende Vielkanaldiskriminatoren benötigt. Insbesondere muß die Information über die Größe eines analysierten Impulses — nach Größenkanälen sortiert — jeweils eine bestimmte feste Zeit nach dem Einsatz des Impulses zur weiteren Verarbeitung bereitstehen.

Die Wirkungsweise eines entsprechend aufgebauten Gerätes wird erläutert. Mit dem Gerät können die Impulse eines Impulsspektrums bei einem Analysierbereich von 100 Kanälen abschnittsweise (Fensterverstärker) in 16 Kanäle sortiert werden. Die Information über die Impulsgröße steht $3 \mu\text{s}$ nach dem Impulseinsatz mit einer zeitlichen Unschärfe von $\pm 2 \times 10^{-8}$ s zur Verfügung.

Durch die Benutzung einer Inspektorschaltung können — ohne daß eine Fehlmessung durch Impulsaufstockung zu befürchten ist — bis zu 5×10^4 statistisch angelieferte Impulse/sec bzw. 2×10^3 Impulse/Kanal/s analysiert werden. Das Speichervermögen beträgt 4×10^5 Impulse pro Kanal.

H. BRÜCKMANN (Inst. f. Strahlen- und Kernphysik d. Univ. Bonn): *Frequenzmodulation mittels ferroelektrischer Mischkristalle für das 35 MeV Synchrozyklotron.*

Die Anforderungen an das Modulationssystem für ein 35 MeV Synchrozyklotron werden erläutert. Eigenschaften eines Modulationssystems mit 24 ferroelektrischen Keramik-Kondensatoren aus Ba-SrTiO_3 (Abmessungen: 12 mm Durchmesser, 0,6 mm Dicke, ca. 10000 pF) werden besprochen. Mit diesem System konnte ein Frequenzhub von 4,5 % bei einer Dee-Spannung von 10 kV betriebssicher erreicht werden. Die erheblichen Schwierigkeiten der Wärmeableitung und der Spannungsfestigkeit konnten zufriedenstellend behoben werden.

H. FRIEDMANN (Inst. f. theor. Physik d. Univ. München): *Ein Stern-Gerlach-Magnet mit Richtungs- und Geschwindigkeitsfokussierung.*

Zur Erzeugung eines starken Strahles polarisierter Atome wird ein magnetisches Zweipolefeld verwendet. Damit ist eine vollständige Ausrichtung und Trennung verschieden gerichteter Atome für $J \leq 1$ möglich. Innerhalb eines gewissen Gebietes um die Symmetrieachse werden Atome je nach der Einstellung zum Feld in eine der beiden Symmetrieebenen fokussiert. Das Feld kann bei dieser Anordnung (Länge des Magneten 16 cm) so stark ge-

macht werden, daß die Geschwindigkeit v_1 , bei der die Atome zum ersten Mal fokussiert werden, weit oberhalb der mittleren Teilchengeschwindigkeit liegt. Da alle ganzzahligen Teile v_1/n ebenfalls auf die gleiche Stelle fokussiert werden, erhält man praktisch weitgehende Geschwindigkeitsfokussierung. Es wird über Aufspaltungsbilder und Strahldichten polarisierter Ag- und Alkaliatome berichtet.

Fachausschuß Strahlenschutz

H. FRÄNZ (Phys.-Techn. Bundesanst., Braunschweig): *Dosisbegriff und Dosismessung.*

S. WAGNER (Phys.-Techn. Bundesanst., Braunschweig): *Probleme der Neutronendosimetrie.*

W. HANLE, I. KÜGLER und A. SCHARMANN (Physikal. Inst. der Univ. Gießen): *Beiträge zur Strahlenwirkung auf Kunststoffe und Gläser.* (Vorgetr. von A. Scharmann)

Zur Messung hoher Strahlendosen versprechen Kunststoffe große Vorteile. Dank ihrer Zusammensetzung aus Elementen niedriger Ordnungszahl besitzen sie die häufig gewünschte Luftäquivalenz. Farbstofffreie Kunststoffe werden durch energiereiche Strahlung verfärbt, farbiges Zellolphan dagegen irreversibel entfärbt. Der Meßbereich für Kunststoffe reicht von etwa 10^5 bis 10^{11} r. — Auch Gläser verfärben sich unter der Einwirkung energiereicher Strahlung. Untersucht wurden Silikat-, Phosphat- und Bleigläser. Die meisten der untersuchten Proben weichen von der Luftäquivalenz erheblich ab, auch bleichen alle Verfärbungen mehr oder weniger schnell aus. Günstig ist glasig geschmolzenes $Mg(PO_3)_2$, das beinahe luftäquivalent ist. Die untersuchten Bleigläser zeigten die größte Empfindlichkeit, sie bleichen aber auch am schnellsten wieder aus. Für Dosimeterzwecke sind bleifreie Gläser günstiger. Zur Dosismessung sind einige Gläser im Bereich von etwa 10^3 bis über 10^6 r geeignet.

K. THOMMEN: *Beiträge zur Strahlenwirkung auf Kristalle.*

Lumineszenz, Phosphoreszenz, Photoelektronik

W. KLUGE und S. WEBER (Inst. f. Gasentladungstechnik und Photoelektronik, TH Stuttgart): *Zum Bändermodell von Oxyd-Photokathoden.* (Vorgetr. von S. Weber)

Für die vielkristalline Schicht einer Alkalioxyd-Photokathode läßt sich, ähnlich wie bei der Bariumoxyd-Glühkathode, ein Bändermodell angeben. Aus Messungen der photoelektrischen und thermischen Emission und aus der Abhängigkeit der elektrischen Leitfähigkeit von der Temperatur ergeben sich die wichtigsten Energiewerte in diesem Bändermodell. Die Messungen wurden an Kaliumoxyd-Photokathoden durchgeführt.

H. G. KAHLE (Inst. f. Techn. Physik d. TH Darmstadt): *ZEEMAN-Effekt und Kristallfeld des kristallinen Europium-Chlorids.*

Im Europium-Chlorid ($EuCl_3 \cdot 6H_2O$) stehen die Eu-Ionen unter dem Einfluß eines monoklinen Kristallfeldes. Die Elektronenterme sind vollständig aufgespalten; es treten daher bei keiner Orientierung eines äußeren

homogenen Magnetfeldes lineare Zeeman-Effekte auf. Die beobachteten quadratischen Effekte werden durch eine Störungsrechnung erster Näherung vollständig beschrieben. Aus der Richtungsabhängigkeit der Zeeman-Effekte folgt, daß das wirksame Kristallfeld in recht guter Näherung hexagonal ist mit der hexagonalen Achse senkrecht zur monoklinen Achse. Die Richtung der pseudohexagonalen Achse läßt sich jedoch nicht festlegen.

K. W. BÖER und U. KÜMMEL (Labor. f. d. Phys. d. elektr. Durchschlages d. Akad. d. Wiss. zu Berlin): *Voluminhomogene Feld- und Stromverläufe in CdS-Einkristallen.* (Vorgetr. von K. W. Böer)

Am Beispiel des CdS wird gezeigt, mit welchen experimentellen Methoden man Aufschluß über die Inhomogenitäten im Feld- und Stromverlauf gewinnen kann. Es werden dabei elektrische und elektrisch-optische Methoden diskutiert, die eine direkte Sichtbarmachung der Inhomogenitäten ermöglichen.

K. W. BÖER, W. BORCHARDT, S. OBERLÄNDER (II. Phys. Inst. d. Humboldt-Univ. zu Berlin u. Inst. f. angew. Mathematik d. Deutschen Akad. d. Wiss. zu Berlin): *Bestimmung reaktionskinetischer Parameter beim CdS nach der Methode der gesteuerten Anregung.* (Vorgetr. von W. Borchardt)

Indem die Lichtintensität beim Anklingen der Photoleitfähigkeit so gesteuert wird, daß von einem vorgegebenen Zeitpunkt ab der Strom konstant bleibt (Methode der gesteuerten Anregung), ergeben sich bei der Untersuchung photochemischer Reaktionen in CdS-Einkristallen mathematisch leicht beschreibbare Meßkurven, aus denen reaktionskinetische Parameter in einfacher Weise bestimmt werden können. Insbesondere wird die Zerfallswahrscheinlichkeit der Reaktionsprodukte berechnet. Ferner wird die Anwendung der Methode auf das langzeitige Anklingen der Photoleitfähigkeit bei tieferen Temperaturen diskutiert.

K. W. BÖER, S. OBERLÄNDER, H. WANTOSCH (II. Phys. Inst. d. Humboldt-Univ. zu Berlin u. Inst. f. angew. Mathematik d. Deutschen Akad. d. Wiss. zu Berlin): *Langzeitiges Anklingen der Photoleitung als Methode zur Störtermanalyse.* (Vorgetr. von S. Oberländer)

Das langzeitige Anklingen der Photoleitung bei schwacher Anregung im Ausläufer gibt Aufschluß über den Leitungsmechanismus in CdS-Einkristallen. Unter Zugrundelegung eines reaktionskinetischen Modells werden mathematische Methoden zur Interpretation von Anklingkurven und zur Bestimmung reaktionskinetischer Parameter angegeben. Dabei wird der Einfluß mehrerer Hafttermgruppen diskutiert.

K. W. BÖER, E. GUTSCHE, E. JAHNE (II. Phys. Inst. d. Humboldt-Univ. zu Berlin u. Labor. f. d. Phys. d. elektr. Durchschlags d. Deutschen Akad. d. Wiss. zu Berlin): *Druckabhängigkeit photoelektrischer Eigenschaften von CdS-Einkristallen.* (Vorgetr. von E. Gutsche)

Der Einfluß hydrostatischen Druckes auf die spektrale Verteilung der Photoleitfähigkeit von CdS-Einkristallen wurde bei Zimmertemperatur im Druckbereich bis 5 000 kp/cm² untersucht. Außerdem wurde bei fester Wellenlänge des eingestrahnten Lichtes die Abhängigkeit der Leitfähigkeit und der Beweglichkeit vom Druck gemessen. Das selektive Maximum der Photoleitfähigkeit verschiebt sich in gleicher Weise wie die Absorptionskante mit wachsendem Druck zu kürzeren Wellenlängen. Die Beweglichkeit nimmt mit steigendem Druck ab. Die Abnahme beträgt etwa 10 % bei 5 000 kp/cm².

H. NIEHRS (Inst. f. Elektronenmikroskopie am Fritz-Haber-Inst. d. MPG, Berlin-Dahlem): *Dynamische Theorie der Elektronenbeugung in neuer Form: Explizite Darstellung der Mehrstrahlintensitäten mittels einer Streumatrix.*

Für die Elektronenbeugung an durchstrahlten Kristallplatten läßt sich auf Grund der dynamischen Theorie eine Streumatrix herleiten, die als Parameter nur unmittelbar die Kristalldicke, die Strukturpotentiale und Strahlrichtungen enthält. Sie erlaubt die explizite Darstellung der Amplituden austretender Strahlen auch im Mehrstrahlfall, so daß eine Bestimmung von Wellenfeldern im Kristall (Lösung eines Eigenwertproblems) überflüssig wird. Außer im Zweistrahlfall ist diese Darstellung der üblichen stets dadurch überlegen, daß sie den erforderlichen Rechenaufwand auf einen kleinen Bruchteil des bisherigen reduziert.

H. BARTH (Fritz-Haber-Inst. d. MPG, Berlin-Dahlem): *Anwendung der Parallelstrahlmethode zur Prüfung des Kristallinneren mit Röntgenstrahlen.*

Fällt ein Röntgenstrahl unter dem Bragg-Winkel ϑ auf eine fast senkrecht zur Oberfläche eines idealen Kristalles liegende Netzebene, so durchdringt nach G. Borrmann und M. von Laue ein Wellenfeld parallel zur Netzebene mit anomaler Absorption den Kristall und wird an der Austrittsfläche in die Strahlen R_0 und R aufgespalten. Mit Hilfe der Parallelstrahlmethode gelingt es, das Kristallinnere über einer Oberfläche von 1 bis 2 cm² in anomaler Absorption zu durchstrahlen und Störungen im Kristallinneren nahezu stigmatisch abzubilden. In dieser Art wurden Quarz, Kalkspat und vor allem Silizium, Germanium untersucht [Z.NATURFORSCH. 13a, 792, 53].

M. v. HEIMENDAHL und H. WEYERER (Physik.-Techn. Bundesanstalt, Braunschweig): *Einfluß einer Textur auf das einzelne Profil einer Röntgeninterferenz.* (Voretr. von M. v. Heimendahl)

Das Al-(220)-Linienprofil kann dadurch eine leichte asymmetrische Verzerrung erleiden, daß die (220)-Polfigur im Nordpol asymmetrisch bezüglich der Ebene durch Querrichtung und Normale ist. Solche Polfiguren erhält man z. B. bei einsinnig kaltgewalzten Al-Proben (Walzgrad 80 bis 99%).

Es wird experimentell nachgewiesen, daß die Linienverzerrung im Profilfuß (Schwanz) etwa 10% betragen kann; sie liegt damit außerhalb der z. B. von Möller und Brasse (1957) angegebenen erforderlichen Genauigkeitsgrenzen, die die Profil-Fourieranalyse benötigt und muß hierbei u. U. entsprechend berücksichtigt werden. In den Flanken und im Maximum jedoch ist der Textureinfluß im allgemeinen verschwindend klein und kann also z. B. bei Halbwertbreiten-Messungen vernachlässigt werden.

E.-M. AMRHEIN und A. DIETZEL (Max-Planck-Inst. f. Silikatforsch., Würzburg): *Eine Anordnung zur Durchführung von Modellversuchen zur Röntgenstrahlenbeugung im Mikrowellengebiet.* (Voretr. v. E.-M. Amrhein)

Es wurde eine für Demonstrationsversuche geeignete Versuchsanordnung beschrieben. Als Strahlenquelle wurde eine im 8-mm-Band arbeitende, durch ein Klystron QK 291 erregte Hohlleiterlinse verwendet. Der Einfluß des Formfaktors, der endlichen Zahl wirksamer Streuzentren und der von einzelatomaren Gitterstörungen auf das Beugungsdiagramm läßt sich zeigen. Die Analogie zur Röntgenstrahlenbeugung ist durch die endliche Breite des Primärstrahles eingeschränkt.

W. GÄRTNER und W. SCHRADER (Phys. Inst. d. TH Braunschweig): *Zur quantitativen Auswertung von Differential-Interferenzen.* (Vorgetr. von W. Schrader)

Bei der Methode der differentiellen Aufspaltung zur Sichtbarmachung von Phasenobjekten erhält man im Bild eine Farbverteilung, die den Differentialquotienten der Objektphase charakterisiert. Quantitativ läßt sich der Anstieg der Objektphase nur schwer und ungenau aus den Farbnuancen deuten. Es wird ein Verfahren angegeben, bei dem ein dem Bild überlagertes Interferenzstreifensystem unmittelbar den Differentialquotienten zu ermitteln gestattet.

DIENSTAG, DER 7. OKTOBER 1958

Vormittag

9. C. H. TOWNES (Col. Univ., New York): *Fortschritte auf dem Gebiet der Mikrowellenspektroskopie.*

10. O. OSBERGHAUS (Bonn): *Zwischenmolekulare Kräfte.*

11. L. BRILLOUIN (Col. Univ. New York): *Informationstheorie und das Grundproblem der Bewertung von Beobachtungen in der Physik.*

12. W. MEYER-EPPLER: *Probleme der Informationstheorie* (Vortrag fiel aus).

Nachmittag

Fachausschuß Halbleiter

D. GEIST (II. Phys. Inst. d. Univ. Köln): *Magnetische Suszeptibilität der Ladungsträger und Energieband-Gestalt.*

Die Gestalt des Energiebandes, d. h. der Zusammenhang zwischen Energie E und Ausbreitungsvektor k , bestimmt die Größe der magnetischen Suszeptibilität der freien Ladungsträger. Für Elektronen in Ge und Si sind die Messungen mit einer parabolischen Bandgestalt ($E \sim k^2$) verträglich; berechnete Vergleichswerte (aus Cyclotronresonanz-Massen) stimmen für Ge gut, für Si mäßig gut mit den Meßwerten überein. Für Elektronen in InAs weicht das Band stark von der Parabelgestalt ab; gemessene und berechnete (aus theoret. Werten der effektiven Masse) Suszeptibilität stimmen qualitativ überein. Eine Berechnung der Löchersuszeptibilität für Ge und Si aus Cyclotronresonanzmassen war bis jetzt nicht befriedigend möglich.

H. IRMLER (Siemens-Schuckertwerke AG., Schaltwerk, Berlin-Siemensstadt): *Über das Verhalten von Kupfer als Störstelle im Silizium.*

Nur ein geringer Bruchteil bei 1200 °C in reines Silizium eindiffundierter Kupferatome bildet elektrisch wirksame Störstellen. Es wurden ein Donatorniveau und eine Reihe von Acceptor-niveaus gefunden. Die Donator- und Acceptorstörstellen zeigen unterschiedliches Verhalten bei Nachtem-

perungen und entsprechen unterschiedlichen Einbauarten des Kupfers im Wirtsgitter. Durch Eindiffusion von Kupfer in reines Silizium bei 400 °C wird in diesem die Trägerlebensdauer herabgesetzt. Wird die Eindiffusion abgebrochen, jedoch die Temperung bei 400 °C fortgesetzt, so steigt die Trägerlebensdauer wieder an. Die nach Ätzen und Tempern (400 °C) bekannte Abnahme der Trägerlebensdauer reiner Siliziumproben wird auf Kupfer zurückgeführt, das aus der Ätzlösung stammt.

G. HEILAND (Inst. f. angew. Phys. a. d. Univ. Erlangen, z. Zt. Department of Electrical Engineering, University of Illinois, Urbana, USA): *Über den Einfluß von atomarem Wasserstoff auf die elektrischen Eigenschaften der oxydbedeckten und der reinen Germaniumoberfläche.*

In einer Apparatur für Ultrahochvakuum wurden an Germaniumkristallen die Änderungen von Oberflächenleitung und Feldeffekt bei Einwirkung von H_2 , H und O_2 beobachtet. Die Oberfläche der Kristalle war zuvor entweder nur geätzt oder außerdem noch durch Beschuß mit Argon-Ionen und Tempern im Ultrahochvakuum gereinigt worden.

Während molekularer Wasserstoff keine merklichen Effekte hervorrief, bewirkte atomarer Wasserstoff (glühender Wolframdraht) Änderungen der Oberflächenleitfähigkeit in der Größenordnung von 10^{-4} Ohm $^{-1}$. Geätzte Flächen (n- oder p-leitend) zeigten eine Abnahme der p-Leitung bzw. eine Erhöhung der n-Leitung. Bei den gereinigten Flächen (stets p-leitend) dagegen trat eine Zunahme der p-Leitung auf. Die Änderungen blieben im Vakuum über Stunden bestehen.

Für die geätzte, oxydbedeckte Oberfläche kann die Wirkung des atomaren Wasserstoffes als Erzeugung von Donatoren beschrieben werden. Ähnlich wie bei dem gleichartigen Effekt an ZnO-Kristallen [Z. PHYS. 148, 15 (1957)] liegt es nahe, die Bildung von OH $^-$ -Ionen und überschüssigen Elektronen anzunehmen. Bei der gereinigten Oberfläche dagegen vergrößert der atomare Wasserstoff die Zahl der Defektelektroden. Die Bindung zwischen Wasserstoff und Germanium muß daher Elektronen aus dem Kristall festlegen, also Akzeptorwirkung haben.

G. ZIELASEK (Phys. Labor. d. Robert Bosch GmbH, Stuttgart): *Wachstumserscheinungen an Ge-Einkristallen.*

Bekanntlich treten bei Ge-Kristallen, die nach dem Czochralski-Verfahren unter Rotation aus der Schmelze gezogen werden, grobe und feine Riefen auf dem Kristallmantel auf. Die groben Riefen sind bedingt durch die Rotation des Kristalles während des Ziehens. Sie verlaufen spiralförmig und gehorchen der Schrauben-Rotation $h = v/n$, wenn h Ganghöhe, v Wachstumsgeschwindigkeit und n Rotation. Rechtsdrehung bewirkt eine Linksschraube, Linksdrehung eine Rechtsschraube. In den groben Riefen liegen die feinen Riefen mit einer Breite von einigen Zehnteln μ bis einigen μ . Die feinen Riefen liegen in der Größenordnung der sonst beim Kristallwachstum beobachteten Lamellen.

Bei starker Fremdstoffkonzentration bilden sich auf dem Kristallmantel neben den Querriefen auch Längsstreifen oder eine raue Oberfläche. Außerdem kann polykristallines Wachstum sowohl an der Oberfläche als auch im Innern der Kristalle ausgelöst werden. Bei Ge-Einkristallen der [111]-Richtung mit etwa $1 \cdot 10^{-30}\%$ Sb wurden fremdorientierte Bereiche beobachtet, die bevorzugt in [100]-Richtung orientiert sind. Die Fremdstoffkonzentration in diesen Bereichen ist erhöht.

K. PÄTZ (Deutsche Akademie d. Wiss. zu Berlin, Inst. f. Festkörperforschung): *Über die Herstellung eines sehr reinen Siliziums für physikalische Zwecke.* (Vortrag fiel aus).

K.-G. GÜNTHER (Siemens-Schuckertwerke AG., Zentral-Werksverwaltung, Labor LS, Nürnberg): *Aufdampfschichten aus halbleitenden III-V-Verbindungen.*

Es wird über Herstellungsverfahren und Eigenschaften dünner Schichten der Verbindungen InAs und InSb berichtet, die durch Kondensation aus der Dampfphase niedergeschlagen wurden. Die Verbindungsbildung gelingt bei gleichzeitigem Aufdampfen der Einzelkomponenten innerhalb eines kritischen Temperaturintervalls der Kondensationsfläche. Die Kristallitgröße steigt innerhalb dieses Bereiches mit der Temperatur monoton an. In gleichem Sinne zeigt sich ein Anstieg von Hallkoeffizient und Beweglichkeit mit Höchstwerten von $150 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ bzw. $12000 \text{ cm}^2/\text{Vs}$ für InAs. Die möglichen Gründe für dieses Verhalten sowie für die bestehende Abweichung gegenüber dem Massivmaterial werden diskutiert.

H. GUTBIER (Forschungslab. d. Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen): *Untersuchung des Verdampfungsvorganges von InAs.*

InAs wurde in einem Graphitöfchen auf etwa 1000°K erhitzt. Die massenspektrometrische Analyse der Verdampfungsprodukte ergab, daß das Arsen fraktioniert in Form von As_2 - und As_3 -Molekülen entweicht. Der Verdampfungsvorgang kann in drei Zeitabschnitte eingeteilt werden: Sublimation von Arsen aus festem InAs unter Ausbildung einer mit Indium angereicherten flüssigen Phase an der Oberfläche, Verdampfen des Arsens aus der flüssigen Phase unter Fortschreiten der Auflösung des festen InAs-Kristalls und schließlich Verdampfen des im flüssigen Indium vorhandenen restlichen Arsens. In dem zweiten Verdampfungsabschnitt, in dem der überwiegende Teil des Arsens entweicht, wurde die Temperaturabhängigkeit der Verdampfungsrate von As_4 bzw. As_2 ermittelt und hieraus die Aktivierungsenergie für diesen Vorgang bestimmt.

O.-G. FOLBERTH (Forschungsinst. d. Siemens-Schuckertwerke AG., Erlangen): *Der Gleichgewichtsdampfdruck der halbleitenden Verbindungen InAs, GaAs, InP und GaP am Schmelzpunkt.*

Mit Ausnahme der Antimonide besitzen alle übrigen IIIIV-Verbindungen an ihrem kongruenten Schmelzpunkt einen nicht zu vernachlässigenden Dampfdruck, der beim Herstellen und Umschmelzen der Verbindungen beachtet werden muß. Da hierüber bisher nur spärliche und widersprechende Angaben existieren, wurde eine neue Methode entwickelt, die für Dampfdruckmessungen am Schmelzpunkt von zersetzlichen Verbindungen geeignet ist. Es wurden damit die folgenden Werte für den Gleichgewichtsdampfdruck am Schmelzpunkt bestimmt und diskutiert: InAs — $0,25 \text{ atm.}$, GaAs — $0,89 \text{ atm.}$, InP $> 15,5 \text{ atm.}$, GaP $> 13,5 \text{ atm.}$

G. MATTHÄI (Phys. Inst. d. Univ. Leipzig): *Über den Einfluß plastischer Deformation auf die elektrischen Eigenschaften von Selen-Nadelkristallen.*

Die verwendeten Selenkristalle zeigen bei plastischer Verformung durch Zug bzw. Torsion starke Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit und eine Abnahme der Thermokraft. Die Zahl der Ladungsträger wird also größer. Dieses Verhalten steht in Einklang mit einer Vermutung Schottkys, wonach die Enden von Selenketten als Defektelektronenspenden wirken.

G. SYRBE (Phys. Inst. d. Univ. Leipzig): *Über mechanoelektrische Eigenschaften von Tellur-Nadelkristallen.*

Die verwendeten Einkristalle werden durch die Prismenflächen (10 $\bar{1}$ 0) begrenzt. Sie verhalten sich bei Dehnung und Biegung bis zum Bruch elastisch. Eine plastische Deformation tritt nur bei Torsion ein. Dehnung in Richtung der hexagonalen Achse führt zu einer Zunahme der elektrischen Leitfähigkeit. Dies läßt sich im Bändermodell als Abnahme der Breite der verbotenen Zone deuten.

E. FRÖSCHLE (Telefunken GmbH., Ulm): *Oberflächenleitung bei der elektrolytischen Ätzung von Germanium.*

Ätzt man elektrolytisch n-Ge als Anode in verdünnter KOH bei mäßigen Spannungen (ca. 5 bis 10 V) zwischen Ge und Elektrolyt, so erhält man bekanntlich nur dann eine starke Abätzung, wenn man das Ge beleuchtet und dadurch Defektelektronen erzeugt. Beleuchtet man ein sehr kleines Gebiet der Ge-Oberfläche, so wird die Ätzgrube größer als die beleuchtete Stelle. Diese Randunschärfe nimmt zu, wenn man bei sonst gleichen Verhältnissen den spezifischen Widerstand des Elektrolyten erhöht. Dies läßt sich in Übereinstimmung mit den Vorstellungen von Brattain und Garrett verstehen, wenn man annimmt, daß bei der elektrolytischen Ätzung von n-Ge eine stark p-leitende Inversionsschicht auf der Ge-Oberfläche auftritt. Aus dem Profil der ausgeätzten Stelle läßt sich der spezifische Oberflächenwiderstand R dieser Inversionsschicht berechnen. Messungen an 1 Ω cm Ge (100) ergaben für Ätzstromdichten j zwischen 0,005 und 0,5 A/cm² etwa $R \sim 1/j$. Bei 0,1 A/cm² war R ca. 18 k Ω , bei 7 A/cm² ca. 800 Ω .

Meßergebnisse an Proben mit elektrolytisch hergestellter dünner Basis-schicht deuten darauf hin, daß auch bei der kathodischen Abscheidung von H₂ auf Ge eine Oberflächenleitung auftritt, welche jedoch in diesem Falle eine n-leitende Schicht ist. [s. Telefunkenröhre, im Druck]

Fachausschuß Akustik

M. HECKL (Inst. f. Techn. Akustik Berlin-Charlottenburg): *Schallabstrahlung von punktförmig angeregten Platten.*

Eine unendlich große Platte, die zu ebenen ungedämpften Biegewellen angeregt wird, strahlt keine Schallenergie ab, wenn die Biegewellenlänge kleiner ist als die Luftwellenlänge. Wird die Platte jedoch durch eine Punktkraft angeregt, dann bewirkt das exponentiell abklingende „Biegewellen-Nahfeld“ in der Nähe der Anregestelle eine endliche, wenn auch sehr geringe Schallabstrahlung. Die Größe der abgestrahlten Leistung läßt sich mit Hilfe einer Fourier- bzw. Hankel-Transformation berechnen. Es wird gezeigt, daß das so erhaltene Ergebnis auch auf Platten endlicher Größe anwendbar ist, wenn die Platten aus einem Material mit größerer innerer Dämpfung bestehen. Ist die innere Dämpfung der Platte sehr klein, dann ergibt sich das schon von K. Gösele erhaltene Ergebnis.

F. SITTIG (I. Phys. Inst. d. TH Stuttgart): *Das Spektrum der elastischen Eigenschwingungen isotroper, kreiszylindrischer Stäbe.*

Die Theorie der elastischen Resonanzen des Zylinders unendlicher Länge liefert eine dreifach abzählbare Mannigfaltigkeit von Resonanzen. Sie enthält die elementaren Schwingungstypen und verschiedene Formen von Oberflächenwellen. Für den Fall reiner Radial-Azimuthalschwingungen läßt sich ein Vergleich mit den Resonanzen einer dünnen Platte durchführen. Experimentelle Messungen an verschiedenen Materialien werden diskutiert.

W. EISENMENGER (III. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Erzeugung von Kapillarwellen bis 1,5 MHz zur Untersuchung von Oberflächenspannung und Oberflächenzähigkeit.*

Im Frequenzbereich 10 kHz bis 1,5 MHz werden durch rheolineare Schwingungsanregung stehende Kapillarwellen auf der ebenen Oberfläche von Wasser und wässrigen Lösungen oberflächenaktiver Substanzen erzeugt. Die Kapillarwellen setzen bei einer kritischen Anregungsamplitude spontan ein. Die Wellenlänge, die kritische Anregungsamplitude und der Zusammenhang zwischen Kapillarwellen- und Anregungsamplitude bei Überschreiten der kritischen Anregungsamplitude werden gemessen. Aus den Meßresultaten können auf Grund der Theorie der rheolinearen Anregung Rückschlüsse auf die dynamischen Eigenschaften der Oberflächenspannung, insbesondere auch auf das Vorhandensein einer Oberflächenviskosität, gezogen werden.

W. U. WAGNER (III. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Phasenkorrelation von Schalldruck und Sonolumineszenz.*

Es wird eine experimentelle Anordnung beschrieben, welche die Zuordnung des bei der Sonolumineszenz auftretenden Lichtes zu einer bestimmten Schalldruckphase erlaubt. Das in den Druckbüchen stehenden Wellen lokalisierte Leuchten erfolgt in weniger als $1/10$ Periodendauer (4×10^{-7} s) kurz nach dem Zeitpunkt minimalen Schalldruckes. Die Hypothese des „Aufleuchtens durch adiabatische Erhitzung in Gasbläschen“ erscheint unwahrscheinlich. Weitere Versuche über die Existenz eines optimalen Schalldruckes, den Einfluß der Gassättigung und die Lumineszenz von Glykol werden geschildert.

P. SCHILLER (I. Phys. Inst. d. TH Stuttgart): *Zur mechanischen Relaxation in reinen Eiseinkristallen.*

In reinen Eiseinkristallen wurde ein mechanischer Relaxationsvorgang untersucht. Mit Hilfe der Eigenschwingungen zusammengesetzter Resonatoren wurde bei verschiedenen Frequenzen die Abhängigkeit des Moduls und der Dämpfung von der Temperatur bestimmt. Die Größe der Relaxationserscheinungen erwies sich als abhängig von der kristallographischen Orientierung der Eisproben und vom Verformungstyp. Die Relaxationszeit gehorcht einer Arrheniusgleichung $\tau = \tau_0 \exp(Q/RT)$ mit den Konstanten $Q = 13,4$ kcal/mol, $\tau_0 = 3 \cdot 10^{-16}$ sec. Der Relaxationsvorgang läßt sich deuten als das Umklappen des Eiskristalls aus einer Paulingkonfiguration in eine energetisch günstigere. Vermittelt wird dieser Prozeß durch die Diffusion von Fehlstellen.

G. W. BECKER (Phys.-Techn. Bundesanst., Braunschweig): *Über das dynamisch-elastische Verhalten geschäumter Stoffe.*

Es werden verschiedene Meßverfahren beschrieben, die zur Ermittlung des dynamischen Elastizitätsmoduls und des dynamischen Schubmoduls geschäumter Stoffe im Frequenzbereich von etwa 0,1 bis 100 Hz entwickelt wurden. Die mit diesen Verfahren an einer Reihe verschiedener Stoffe gewonnenen Meßergebnisse werden mitgeteilt und diskutiert.

K. BRENDL (III. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Pulsationsschwingungen von Hohlräumen in Gummi.*

Berechnet wird die Pulsationsschwingung eines kugelförmigen Hohlraumes im unendlich ausgedehnten, elastischen Medium bei allseitiger An-

regung von außen. Experimentell werden Pulsationsschwingungen von kugelförmigen, rotationselliptischen, zylindrischen und kubischen Hohlräumen in Gummiblöcken untersucht. Dabei wird der in den Probenhohlräumen entstehende Schalldruck mit einem Sondenmikrofon gemessen. Bei den kugelförmigen Hohlräumen wird ein Vergleich mit der Theorie durchgeführt.

H. G. DIESTEL (Phys.-Techn. Bundesanst., Braunschweig): *Bestimmung der Druck-Empfindlichkeit von Mikrofonen.*

Für die Bestimmung der Druckempfindlichkeit von Mikrofonen werden die Einflüsse der akustischen Mikrofonimpedanz und der Dämpfungsverluste im Kuppler berücksichtigt. Anordnungen zur Messung der Mikrofonimpedanz und der Dämpfungsverluste werden angegeben. Als Meßbeispiel wird die Impedanzkurve eines Kondensatormikrophons mitgeteilt.

F. J. MEISTER (Akust. Labor. d. mediz. Akademie Düsseldorf): *Neue Wege und Ergebnisse bei der Schallanalyse von Herzimpulsen.*

Bei physiologischen Belastungsprüfungen von Personen für bestimmte Berufssparten wie auch bei flugmedizinischen Untersuchungen von Piloten hat sich die Messung der Änderung der Grundfrequenz der Herzimpulse als gutes Indikationshilfsmittel erwiesen.

Eine Betrachtung der Veränderung des ganzen Herzimpulsspektrums war aus Gründen der umständlichen Analyseverfahren bisher nicht möglich.

Durch den Einsatz der neuzeitlichen Frequenzwandler und der Magnetbandtechnik gelingen auch hier Einblicke in die Variationsbreite des Spektrums von Impulsen des normalen und des kranken Herzens, wobei die Untersuchung auf einen sehr breiten Frequenzbereich ausgedehnt werden kann, im normalen Verfahren beginnend bei etwa 0,7 Hz bei Trägerfrequenzhilfe je nach Stabilisierung des Trägers und der Empfindlichkeit der Gebersysteme schon nahe der Frequenz 0.

Für die normale Heryanalyse ohne Rücksicht auf die ballistocardiographischen Verfahren genügt eine untere Grenzfrequenz von 0,7 Hz.

Für die so vereinfachte Technik der Herzimpulsspektroskopie lassen sich eine Reihe interessanter Veränderungen der Teiltöne im Infrashallbereich sowie Veränderungen im Schallspektrum der Hörfrequenzen darstellen. Dazu werden einige Beispiele gezeigt.

F. ENKEL (Westdeutscher Rundfunk, Köln): *Die Übertragung räumlicher Schallfeldstrukturen über einen Kanal mit Hilfe unschwelliger Pilotfrequenzen.* (Voretr. von K. H. Adams)

Mit Hilfe von Pilotfrequenzen kann Information über die räumliche Struktur von Schallfeldern übertragen und beim Hörer wirksam gemacht werden. Frequenzspektrum und dynamischer Verlauf der Schallvorgänge werden über einen Kanal normaler Bandbreite übermittelt. Der Pegel der Pilotfrequenzen liegt in der Höhe des Störgeräusches, mit dem dieser Kanal behaftet ist, und wird von ihm verdeckt. Auf der Empfangsseite werden die so übertragenen Pilotfrequenzen zur Steuerung der Wiedergabelautsprecher benutzt. Gleichzeitig auftretende Schallereignisse werden dabei mit Hilfe von Laufzeitunterschieden getrennt und in ein zeitliches Nacheinander verwandelt. Die Trennung der Kanäle erfolgt unter Ausnutzung des Haas-Effektes über ein Laufzeitglied. Die Kompatibilität der laufenden Übertragung bleibt gewahrt und der Hörer kann die Sendungen je nach Wunsch einkanalig oder auch stereophonisch abhören.

W. MEISSNER (Bayer. Akad. d. Wiss., Herrsching): *Mitteilungen.*

G. JOOS (Phys. Inst. d. TH München): *Bericht über die Internationale Kamerlingh-Onnes-Konferenz über Physik tiefer Temperaturen in Leiden, Holland, 23. bis 28. Juni 1958.*

Ausführlich wiedergegeben in KÄLTETECHNIK 10, 310 (1958).

W. MÖNCH (I. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Messung der Fehlordnungsenergie abgeschreckt kondensierter Kupferschichten.*

Durch die Kondensation von Kupferdampf auf Unterlagen bei sehr tiefen Temperaturen (ca. 10 °K) werden kristalline Schichten mit einem hohen Gehalt an Gitterstörungen erzeugt. Die beim Ausscheiden dieser Fehlordnung freiwerdende Wärmetönung wird zusammen mit der Abnahme des elektrischen Restwiderstandes im Temperaturbereich von 20 bis 50 °K untersucht. Das gefundene Verhältnis $\Delta E/\Delta \rho$ (freiwerdende Energie pro Widerstandsabnahme) wird mit Messungen anderer Autoren an bestrahltem Kupfer verglichen.

G. v. MINNIGERODE (I. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Einfluß von Gitterstörungen auf die Supraleitung verschiedener Metalle.*

Dünne Folien von Supraleitern werden bei 4,2 °K plastisch deformiert. Die hierbei erzeugten Gitterfehler verändern die Übergangstemperatur T_s der Supraleitung. Die beobachteten beträchtlichen Verschiebungen von T_s (einige 1/10 °K) stimmen qualitativ gut mit den Ergebnissen an abgeschreckt kondensierten Metallschichten überein. Damit wird gezeigt, daß auch in abgeschreckt kondensierten Schichten im wesentlichen die physikalischen Gitterfehler für die Veränderung der Supraleitung verantwortlich sind.

J. HASSE (I. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Der Einfluß starker Gitterunordnung auf die optischen Eigenschaften von Metallschichten.*

Durch Kondensation von Metallen aus der Dampfphase auf gekühlte Unterlagen läßt sich ein besonders hoher Grad von Fehlordnung einfrieren. Diese stark gestörten Schichten zeigen wesentliche Veränderungen in Widerstand und Supraleitung. Hier wird über den Einfluß dieser Fehlordnung auf die optischen Eigenschaften von Zinn und Wismut berichtet. Gemessen werden Reflexion und Durchlässigkeit im Wellenlängenbereich von 0,3 bis 4 μ bei Temperaturen zwischen 12 und 350 °K. Die dabei gefundenen charakteristischen Veränderungen werden im Zusammenhang mit dem elektrischen Verhalten diskutiert.

F. FISCHER (I. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Zur Kinetik der F-Zentrenbildung bei Elektronenbestrahlung.*

Einkristalle und kondensierte Schichten von LiF, NaF und NaCl werden bei 90 °K mit 5kV-Elektronen bestrahlt. Durch optische Absorptionsmessung läßt sich die Bildung der F-Zentren als Funktion der absorbierten Elektronenenergie bis zur Sättigung verfolgen. Es ergibt sich ein starker Einfluß der Kondensationstemperatur auf die Sättigungskonzentration der F-Zentren. Eine genaue Analyse bei NaF zeigt, daß der gesamte Verlauf der F-Zentrenbildung durch eine Summe mit drei Exponentialfunktionen darstellbar ist. Daraus lassen sich Aussagen über den Bildungsmechanismus machen.

U. HAUPT (I. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Über die Temperaturabhängigkeit der Kante der optischen Eigenabsorption von KJ-Kristallen.*

Als Beispiel für die Temperaturabhängigkeit einer Absorptionsbande am festen Körper wird die langwelligste Excitonenbande an KJ-Kristallen untersucht. Die Gestalt dieser Bande in Abhängigkeit von der Temperatur läßt sich auf ihrer langwelligen Seite über einen Bereich von mehreren Zehnerpotenzen der Absorptionskonstanten ausmessen. Bei Temperaturen zwischen 200 und 1000 °K findet man eine exponentielle Abhängigkeit der Absorptionskonstanten von ν/T . Unterhalb von 200 °K machen sich mehr und mehr die im Kristall vorhandenen Gitterstörungen bemerkbar. Die hier gefundene Gestalt der Excitonenbande steht im Widerspruch zu allen bisher diskutierten Bandenformen.

H. ZINNGREBE (I. Phys. Inst. d. Univ. Göttingen): *Über die optische Absorption von TlCl im Ultraviolett.*

Die Eigenabsorption dünner aufgedampfter TlCl -Schichten wird im Spektralbereich von 1800 Å bis 6000 Å ausgemessen. Man findet vier bei tiefer Temperatur gut auflösbare Absorptionsbanden; die wie bei den Alkalisalzen als Excitonenbanden gedeutet werden. Doch zeigen diese Banden im TlCl eine umgekehrte Temperaturverschiebung. Gitterstörungen bewirken ähnlich wie Temperaturerhöhung eine kurzwellige Verschiebung der Banden. Bei Übergang zu amorphen Schichten findet man ein strukturloses, zu kurzen Wellen verlagertes Spektrum. — Die Untersuchung der Absorptionskante von TlCl -Einkristallen läßt aufgrund ihrer verschiedenen Temperaturabhängigkeit zwei sich überlagernde Absorptionsprozesse unterscheiden: Excitonen- und Band-Band-Übergänge.

H. SCHULTZ (Osram-Studienges., Augsburg): *Restwiderstand und Gitterfehlstellen in kaltverformtem Wolfram.*

Die Entstehung von Gitterfehlstellen in Wolfram durch plastische Deformation bei Zimmertemperatur und das Verschwinden von Gitterfehlstellen bei erhöhter Temperatur wurde durch Restwiderstandsmessungen bei der Temperatur des flüssigen Wasserstoffes untersucht.

Es gelingt, den Einfluß verschiedenartiger Gitterfehler auf den Restwiderstand voneinander zu trennen.

Eine ausgeprägte Erholungsstufe im Temperaturbereich von 300 bis 400 °C mit einer Aktivierungsenergie von 1,7 eV ist wahrscheinlich der Wanderung von Leerstellen zuzuordnen. Im Temperaturbereich von 400 bis 1100 °C tritt eine starke Verminderung der Versetzungsdichte, oberhalb 1100 °C Rekristallisation ein.

Das Verschwinden der Leerstellen im Temperaturbereich von 300 bis 400 °C wird eingehend untersucht. Es ergibt sich, daß auf Grund der Faserstruktur der W-Drähte die Erholungsgeschwindigkeit in erster Linie durch die Ausscheidung der Leerstellen an Korngrenzen bestimmt wird und daß Versetzungen als Senken für Leerstellen in diesem Falle nur eine untergeordnete Rolle spielen.

J. APPEL (Osram-Studienges., Augsburg): *Eine theoretische Untersuchung über die elektrischen Transporteigenschaften von elastisch anisotropen Metallen.*

Zur Untersuchung der elektrischen Transporteigenschaften von elastisch anisotropen Metallen wird der Stoßoperator $V(k, k' = k \pm q)$, der die Wechselwirkung der Elektronen mit den quantisierten thermischen Gitterwellen beschreibt (k, q sind die Ausbreitungsvektoren einer Elektronen- bzw. Git-

terwelle), im k -Raum nach solchen harmonischen Funktionen entwickelt, die invariant sind unter allen Symmetrieoperationen der betreffenden Kristall-Punktgruppe. (C. von der Lage und A. H. Bethe, PHYS. REV. 71, 612, 1947). Dabei wird vorausgesetzt, daß die Energieflächen der Elektronen im k -Raum sphärisch sind. Dann wird die Wechselwirkung der Elektronen mit den Longitudinalen akustischen Gitterwellen am besten durch den Bardeenschen Stoßoperator beschrieben. Die Anzahl der zur Darstellung von $V(k, k')$ notwendigen harmonischen Funktionen ergibt sich aus der Forderung, daß in den ausgezeichneten q -Richtungen, in denen es reine Longitudinalwellen gibt, die Stoßoperatoren exakt sind.

Die sich damit ergebende Blochsche Integralgleichung wird nach Kohler (M. Kohler, Z. PHYS. 125, 679, 1949) als Variationsprinzip formuliert. Die Störung der Verteilungsfunktion der Elektronen infolge eines äußeren elektrischen Feldes oder eines Temperaturgradienten wird nach harmonischen Funktionen entwickelt. Diese bilden für die Störung ein vollständiges Funktionensystem im Sinne von Weierstrass. Durch die Anwendung der Darstellungstheorie der reinen Drehgruppen können die Koeffizienten für die elektrische und thermische Leitfähigkeit sowie für die Thermokraft mit dem Ritzschen Verfahren einfach berechnet und als Quotienten von unendlichen Determinanten angegeben werden.

Die Theorie wird auf die Alkalimetalle angewandt, bei denen einerseits die Energieflächen der Elektronen nahezu sphärisch sind, während andererseits die elastische Anisotropie besonders groß ist.

M. NÄBAUER (Bayer. Akad. d. Wiss., Herrsching): *Weitere Experimente über die Geschwindigkeit zylindrischer Phasengrenzen zwischen Supra- und Normalleiter beim Einschalten eines überkritischen Magnetfeldes.*

Die Geschwindigkeit der Phasengrenze zwischen Supra- und Normalleiter bei Einschalten eines überkritischen Magnetfeldes hängt nicht nur von der Größe des Magnetfeldes, sondern auch von der Geschwindigkeit, mit welcher das Feld eingeschaltet wird, ab. Dieser Einfluß der Einschaltgeschwindigkeit wurde an einer zylindrischen Phasengrenze experimentell untersucht, die in einem Bleihohlzylinder durch Anlegen eines zirkularen Feldes hervorgerufen wurde. Der Zusammenhang zwischen der Einschaltgeschwindigkeit des Feldes und der Geschwindigkeit der Grenzfläche ist so, wie es nach der Theorie (M. Näbauer, Z. PHYS. 152, 328, 1958) zu erwarten ist, d. h. es treten bei schnellerem Einschalten des Magnetfeldes größere Geschwindigkeiten der Grenzfläche auf als bei langsamerem Einschalten.

W. MEISSNER (Bayer. Akad. d. Wiss., Herrsching): *Nach Messungen mit R. Doll. Über Entstehung von Hysteresisschleifen der Widerstandskurven im Übergangsgebiet zur Supraleitung.*

Sowohl bei Änderung des Stromes bei konstanter Temperatur wie bei Änderung der Temperatur bei konstantem Strom entstehen bei Verwendung von Drähten, die dick gegen die Eindringtiefe des Stromes bei Supraleitung sind, im Übergangsgebiet Hysteresisschleifen. Es wird gezeigt, daß sie nicht, wie Buckel und Hilsch (Z. PHYS. 149, 1, 1957) meinen, durch Temperaturerhöhung zufolge Joulescher Wärme bedingt sind. Sie treten auch auf, wenn wie bei Buckel und Hilsch die Stabilität der Übergangskurven durch geeignete Versuchsanordnung begünstigt wird.